Populaire Electronica

4

F. 2.25 / Bfr.33

nieuw
QUALITY MAGAZINE

o.a. in dit nummer:

Hoe werken tyristoren en triac's?

Test: Philips toon generator in bouwset

Veiligheid door aardlekschakelaars

Problemen rond pseudo kwadrofonie



PE - TESTY

Kost een tientje, maar test zowat alle elektronische onderdelen.



DE H.U.L.P. Ontelbare praktische toepassingen heeft deze Handige, Universele & Leerzame Print.



HET MINAMPJE
Een 1 W versterker, te gebruiken als interkom, telefoonversterker, deurtelefoon en babyfoon.



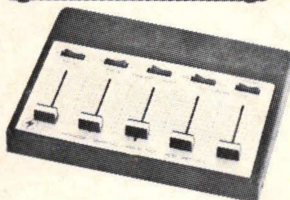
electronica

CR-ELECTRONICA

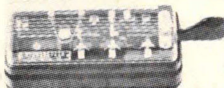
JUBILEERT!

op 15 april bestaan wij 40 JAAR





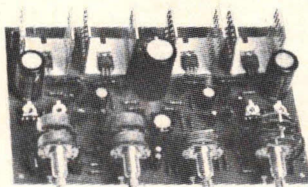
MPX 1000 stereo mengpaneel, 7 ingangen, zeer goede kwaliteit
f 149,50



BK 100 half automatische morsesleutel (BUG).
Jubileumprijs **f 72,50**

PRIJZEN GELDEN ALLEEN IN APRIL

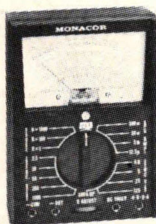
JUBILEUM VOORDEEL!!!



SA 30 complete stereoversterkermoduul 2 x 15 watt/8 ohm Hi-Fi kwaliteit, 40-50.000 Hz., voeding 2 x 28 volt–1,5 Amp. wisselspanning.

★★★★

Alleen tijdens de jubileummaand **f 62,50**



MT-280. Een zeer gevoelig universeel meetinstrument, 80.000/volt.
DC 0-tot 0,5 / 5/25/125/500/1000 volt.
EC 10.000 ohm/volt 0–2,5/10/50/250/1000.
Gelijkstroom 0–12,5 uA /5 mA/50mA/500mA.
R bereik 0–10K/0–1M/0–10M.
DB bereiken in 5 trappen van min 20 db tot plus 62 db.
Meetwerk 11 uA.

En dit alles in de jubileummaand april voor **f 73,50**

★★★★★★

40 JAAR ELEKTRONISCH PROGRESSIEF

CR-electronica

'CR-Electronica Groningen'
Zwanestraat 24-26
Tel.: 050–128890-133793.

'CR-Electronica Emmen'
Hoofdstraat 5
Tel.: 05910–13580.

Populaire Electronica

BORN

Tweemaandelijks tijdschrift voor eenvoudige elektronica

1e JAARGANG 4

Inhoud

Adverteerdersregister

Uitgave van:
Uitgeversmaatschappij Born B.V.
Esstraat 10 - Postbus 22 - Assen

Verschijnt zes maal per jaar.
Losse nummers *f* 2,25, Bfr 33.

Abonnementen *f* 12,—, te voldoen door vooruitbetaling op postgiro 23 95 333 t.n.v. Born B.V. te Assen, onder vermelding: **nieuw abonnement Populaire Electronica.**

Telefonische informaties over PE: 05920-11 6 41, echter uitsluitend over administratieve aangelegenheden. Telefonisch contact met de redactie is helaas **niet** mogelijk.

Redaktie:
jan pas
wil leiner
jeever tenstra

Redaktieadres:
Postbus 441 - Maastricht 5000

De in dit tijdschrift gepubliceerde schakelingen zijn uitsluitend bestemd voor huishoudelijk gebruik (Oktrooiwet).

Op de printed-circuits van de schakelingen is eveneens de auteurswet van toepassing.

Uitgever en redaktie aanvaarden geen aansprakelijkheid voor persoonlijke of materiële schade, veroorzaakt door fouten in het ontwerp of de publikatie van de schakelingen.



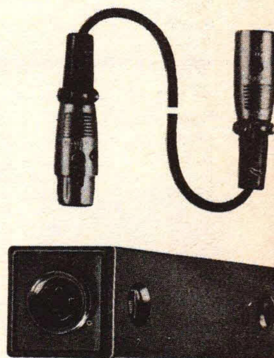
D 707

K 100

D 124

D 202

D 190



A.K.G. MICROFOONS

D 707 C	met DIN aansluiting	ƒ 117,00
D 707 E	met Cannon aansluiting	ƒ 134,50
D 124 E	met Cannon aansluiting	ƒ 155,00
D 202 ES	met Cannon aansluiting	ƒ 300,75
D 190 E	met Cannon aansluiting	ƒ 157,50
D 12	met vast snoer	ƒ 292,50
K 100	koptelefoon	ƒ 65,00
K 108	koptelefoon met microfoon	ƒ 97,25
CMS	condensatormicrofoon opbouwsysteem, prijzen v.a.	ƒ 595,00

Wij leveren een uitgebreid programma geluidsapparatuur voor popgroepen, discotheken, theaters en studio's. In onze meer dan 60 pagina's dikke gratis katalogus vindt U alle informatie over ons programma. U kunt ook onze showroom bezoeken van maandag tot en met zaterdag van 9 tot 18 uur.

HAARLEM ELECTRONICS HELIOS B.V.

ROZENSTRAAT 24 - HAARLEM - POSTBUS 6255 - TEL 023-327858.

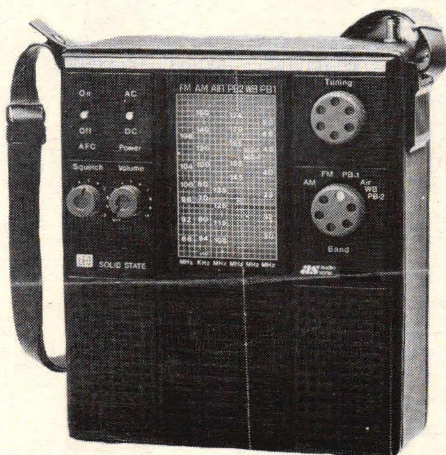


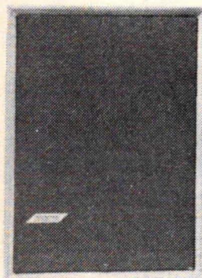
RADIO

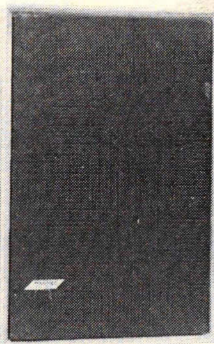
Van der Wel

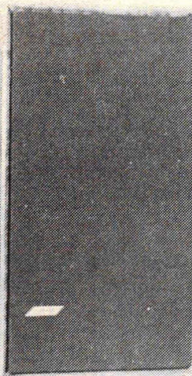
UTRECHT
AMSTERDAMSESTRAATWEG 38 - TEL. (0 30) 31 30 69
POSTBUS 10024

WERELDONTVANGER MET LED AFSTEMMING
AM 540-1600 Khz
FM 88-108 Mhz
PBI 30-50 Mhz
AIR 108-135 Mhz
WB 162,4-162,5 Mhz
PB 2 145-174 Mhz
Battery en lichtnet
AFC - squelch
Nu slechts **129,—**





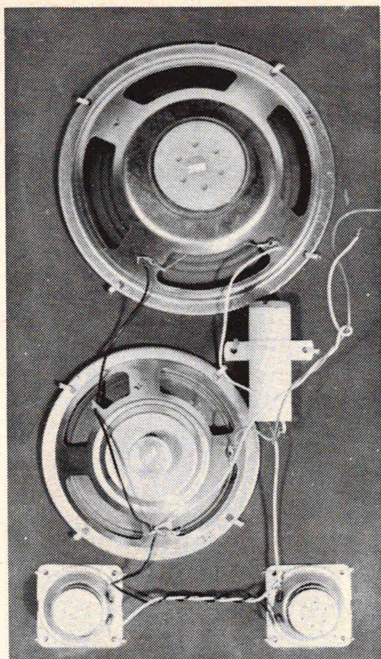




LUIDSPREKER BOXEN
Type A 15 Watt
Afm: 35 x 26 x 15 cm.
Freq.ber.: 50-20.000 Hz
met 1 speaker 17 cm
1 tweeter 6 cm.
Prijs per stuk 69,—

Type B 25 Watt
Afm: 45 x 30 x 20 cm.
Freq.ber.: 50-19.000 Hz
met 1 speaker 21 cm.
2 tweeters 6 cm.
Prijs per stuk 89,—

Type C 40 Watt
Afm: 50 x 30 x 21 cm.
Freq.ber.: 40-20.000 Hz
met 1 basspeaker 21 cm.
1 middenspeaker 17 cm.
2 tweeter 6 cm + filter
Prijs per stuk 135,—

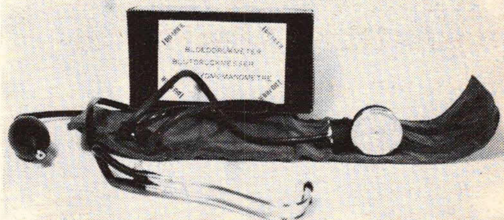


SPELREGELS:
Bestellen kan per telefoon of per brief.
Verzending onder rembours.
Retourzending mogelijk binnen 1 week.

SIARE LUIDSPREKERSETS
25 Watt 20-25.000 Hz
Gemonteerd op front
met 1 x bas
met 1 x midden } speaker
met 2 x hoog
1 scheidingsfilter
Slechts 189,— per 2 stuks



ECHOMICROFOON
Nu een 600 microfoon met ingebouwde regelbare echo met 4 meter lange kabel en aansluitplug (6,3 mm).
Echoduur max. 1,5 sec. **99,—**



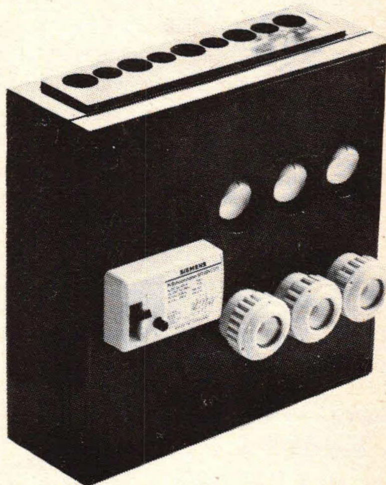
CONTROLEER UW EIGEN BLOEDDRUK!
Bloeddrukmeter geheel compleet met stetoscoop in luxe opbergtas. **118,—**

EEN OPDONDER DOET SOMS MEER

DAN **AU!**

VEILIGHEID DOOR AARDLEKSCHAKELAARS

Met de elektrische veiligheid in huis is het niet eens zo slechts gesteld. Als men een verhouding zou maken van het totaal aantal kilometer geïnstalleerde leiding (zou iemand een idee hebben over hoeveel kilometer het gaat?) en het gedeelte daarvan dat gevaarlijk is, dan zou dit duidelijk blijken.
Toch zie je af en toe levensgevaarlijke situaties, vooral dan in de oudere huizen. Volgens de statistieken resulteert dit 7 à 8 keer per jaar in een dodelijk ongeluk. Dat is dan toch nog 7 à 8 keer te vaak! In dit artikel wordt in het kort ingegaan op de mogelijke gevaarlijke situaties, die kunnen ontstaan. Verder wordt een handig hulpapparaatje besproken, de zogenaamde aardlekschakelaar, die niet alle, maar toch vele levens van die 7 á 8 zou kunnen sparen, als het algemeen werd toegepast.



WAT ER MIS KAN GAAN

Wie zich bezig houdt met elektronika, dus elektrotechniek, signaleert vaak eerder elektrische onveiligheid dan zijn onwetender medemens.
Deze onveilig situaties zijn in twee grote groepen onder te verdelen.
De meest voor de hand liggende gevaarlijke situatie is die, waarbij het gevaar bestaat dat twee draden, die ten opzichte van elkaar spanning voeren, met het lichaam in aanraking komen. In praktijk zal dit niet zo vaak voorkomen, en dat is maar gelukkig ook, want een beveiliging tegen dit soort incidenten is vrijwel onmogelijk. Verder zal in dit geval de stroom meestal alleen door een hand vloeien, omdat dergelijke incidenten alleen denkbaar zijn, als men bijvoorbeeld een platte stekker in het stopkontakt duwt en met de vingers in aanraking komt met de metalen pennen. Meestal zal er alleen een onaangename prikkeling, veroorzaakt door een samentrekking van de spieren, ontstaan.
Veel gevaarlijker wordt het, wanneer alleen de draad wordt aangeraakt, die onder spanning staat, en de stroom via het lichaam afvloeit naar aarde. Het is, populair uitgedrukt namelijk zo, dat één van de netdraden, de zoge-

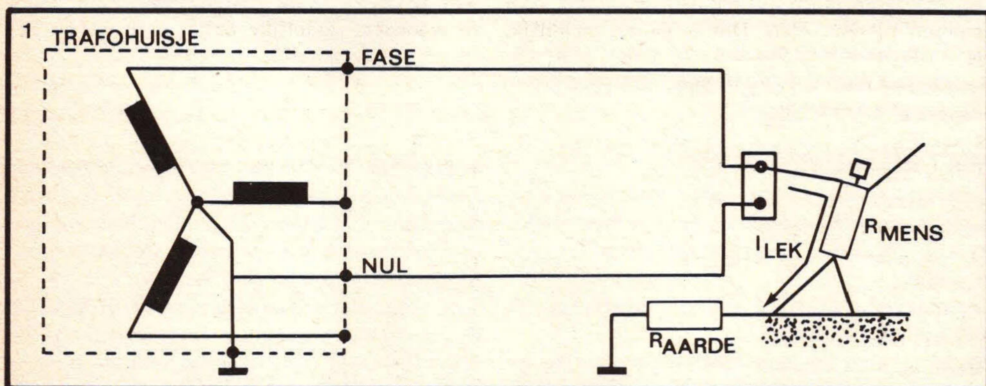
naamde fase, de spanning voert en de andere draad, de nul, min of meer op aardpotentiaal ligt.
De bekende spanningszoekertjes bestaande uit een schroevendraaier met ingebouwd neonlampje, maken hiervan gebruik om de fase op te sporen. Bij aanraken van de fase met de metalen stift, zal er een uiterst kleine stroom vloeien door het neonlampje, een zeer hoge voorschakelweerstand en het lichaam. Deze stroom is zo klein, dat men hem niet eens voelt, maar er ontstaat wel een zwak lichteffekt in het neonbuisje.
In figuur 1 is een veel gevaarlijker situatie voorgesteld. Als men de fase aanraakt, bijvoorbeeld door kontakt met de fitting van een gloeilamp, en men staat toevallig op een vochtige vloer, of men raakt een geaard metalen voorwerp aan, zoals een radiator van de centrale verwarming, dan kan er een dodelijke stroom door het lichaam vloeien. Hetzelfde kan gebeuren bij koelkasten of wasmachines, die niet geaard zijn, en isolatielekken hebben.

DE ELEKTRISCHE SCHOK

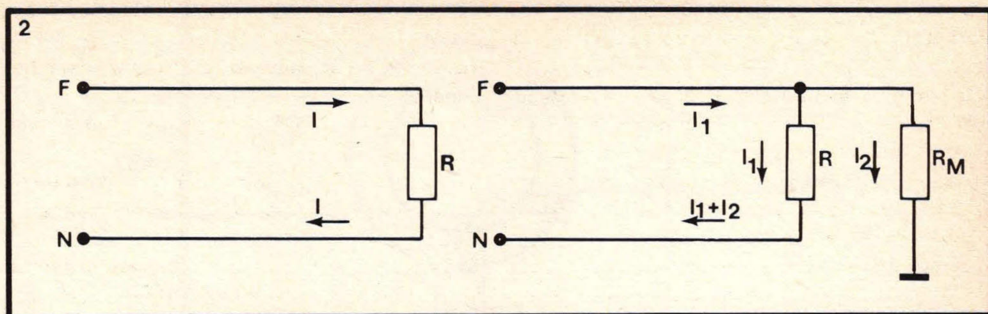
De elektrische stroom, die door het lichaam kan vloeien, wordt bepaald door het aantal volt, gedeeld door de huidweerstand. Deze huidweerstand is alles behalve konstant. Zo heeft de droge, dikke huid van handen en voeten (eelt) een aanmerkelijk hogere weerstand (bijvoorbeeld 1 000 000 ohm) dan een dunne, vochtige huid (1000 ohm).
De grootte van de stroom is bepalend voor het gevaar, dat deze oplevert, in kombinatie met de duur van de stroomstoot en de weg door het lichaam.
Dodelijk wordt het pas, wanneer de stroom door de hartstreek vloeit.
Het zou te ver voeren om hier in te gaan op de invloed, die stroom heeft op het geleidingssisteem van het hart.
Belangrijk is wel, dat op een bepaald ogenblik het zogenaamde ventrikelfibrilleren kan ontstaan, het hart stopt dan met pompen.
Dit dodelijke verschijnsel treedt op bij stromen door het hart van, over het algemeen, tenminste 100 milli-ampère. De enige kans op redding is dan, dat de stroom dadelijk wordt onderbroken en er binnen 2 à 3 minuten na de schok een flinke klap op de borstkas wordt gegeven. Soms heeft dit als resultaat dat het hartritme zich herstelt.

DE AARDLEKSCHAKELAAR

Uit het voorgaande volgt, dat kwalijke ongelukken vermeden kunnen worden, als een metode ontwikkeld wordt, waarbij de spanning afgeschakeld wordt als er bij aanraking van de fase een ontoelaatbare stroom door het lichaam gaat vloeien. Uiteraard moet men onderscheid maken tussen 'normale' stromen, die door verbruikers vloeien, en lekstromen door mensen. Hoe dit kan, toont figuur 2.



Figuur 1. Het principe van het elektrische 220 volt net. In het trafohuisje wordt de middenaftakking van de ster-trafo met massa verbonden. De 220 volt staat tussen dit punt (de nul) en een uiteinde van de trafowikkeling (de fase). De overige trafo-aansluitingen hebben iets te maken met de aan de industrie geleverde draaistroom.



Figuur 2. Hoe men een onderscheid kan maken tussen de stroom verbruikt door een normale verbruiker en de stroom veroorzaakt door aanraken van de fase, volgt duidelijk uit dit schema.

In het eerste geval is een verbruiker met weerstand R op het net aangesloten. De stroom, die daarvan het gevolg is, vloeit door de fase en door de nul. Tussen beide netdraden bestaat dus geen stroomverschil.

In het tweede geval is dezelfde verbruiiker ingeschakeld, maar bovendien raakt iemand de fase aan. Het gevolg is, dat door de fasedraad twee stromen vloeien, en door de nul slechts een.

Aardlekschakelaars zijn in staat om dit stroomverschil te detekteren. Wordt dit stroomverschil te groot, dan wordt de spanning afgeschakeld.

Nu draait alles rond de grootte van dit stroomverschil. In feite zou de aardlekschakelaar teoretisch dadelijk bij het kleinste stroomverschil moeten uitschakelen. Dat is echter moeilijk. Niet alleen is dit onpraktisch, want er zijn in iedere elektrische installatie kleine lekstromen naar massa, volledig ongevaarlijk overigens, maar bovendien is dit technologisch zeer moeilijk. Vergeet niet, dat de verschilstroom slechts één percent kan uitmaken van de totale stroom, die door het net vloeit!

In principe is een aardlekschakelaar opgebouwd volgens het schema van figuur 3.

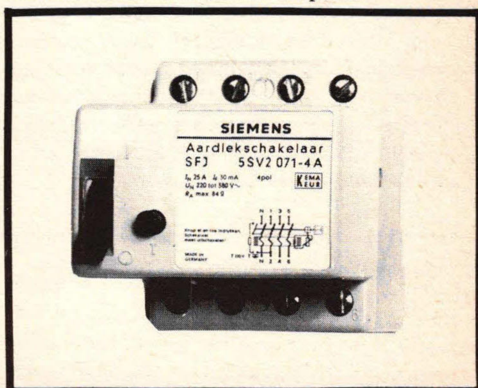
De werking berust op het gegeven, dat een draad waardoor een stroom vloeit een magnetisch veld opwekt, waarvan de grootte binnen zekere grenzen evenredig is met de grootte van deze stroom.

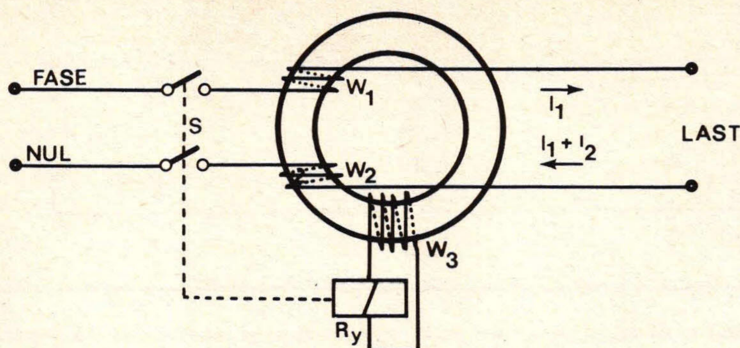
De fase- en de nulleiding gaan beide door een wikkeling van een trafo. Deze wikkelingen moeten zeer identiek zijn. Een derde wikkeling voedt een gevoelig relais. Door de wikkeling W 1 in de fase, wordt een magnetisch veld opgewekt, evenredig met de som van de verbruikersstroom i en de lekstroom i lek. Door de wikkeling W 2, in de nul, wordt een tegengesteld magnetisch veld opgewekt, dat evenredig is met de verbruikersstroom i. In de trafokern blijft dus een magnetisch veld, dat bepaald wordt door de grootte van de lekstroom. Als deze laatste te groot wordt, dan zal de spanning, opgewekt door het magnetisch veld in wikkeling W 3, groot genoeg worden om het relais Ry 1 te bekrachtigen. De spanning wordt afgeschakeld.

DE SIEMENS SCHAKELAARS

Aardlekschakelaars bestaan al lang. Tot nu toe was de gevoeligheid echter te klein, met andere woorden, dodelijke ongevallen waren nog steeds volop mogelijk.

Siemens is er nu in geslaagd een aardlekschakelaar te ontwikkelen, die reeds afschakelt bij een lekstroom van 30 milli-ampère!



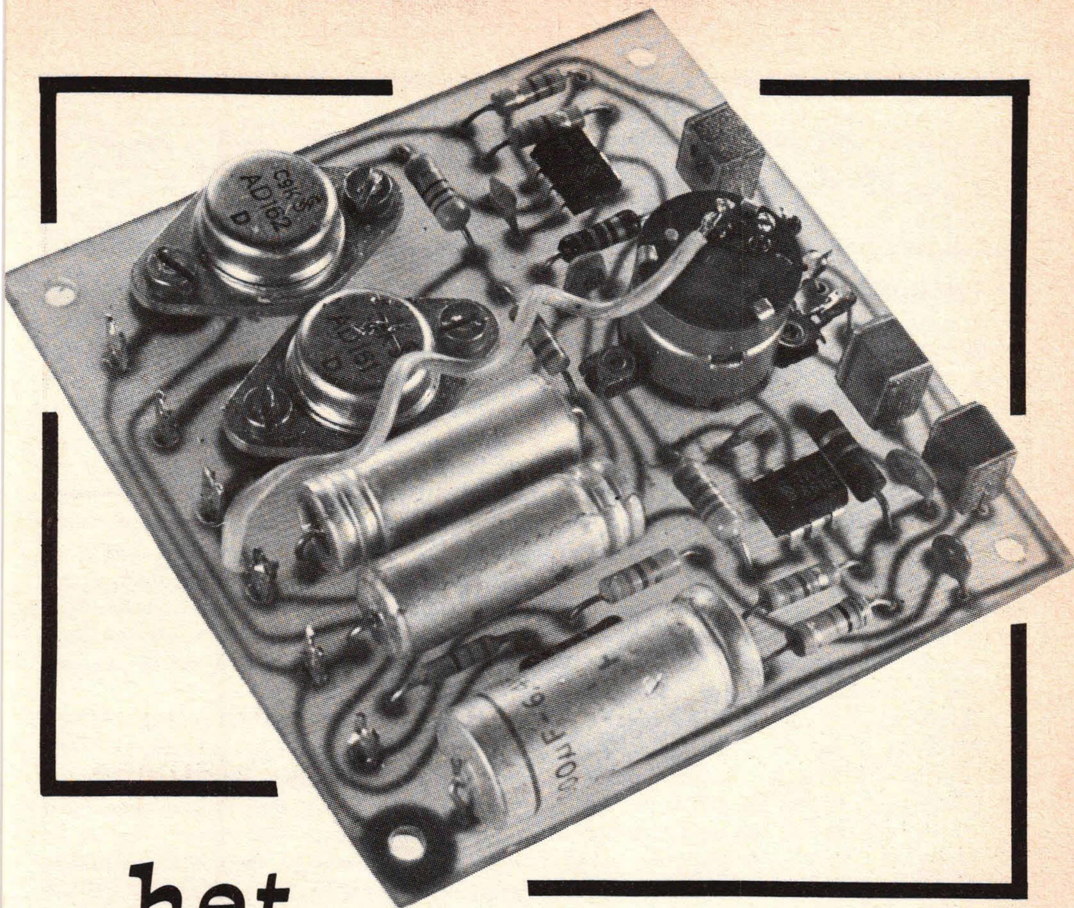


Figuur 3. Het principe van de aardlekschakelaar. De stromen door de fase en door de nul worden omgezet in magnetische velden, die door de kern van een trafo vloeien, en bij te grote lekstromen een spanning in een derde wikkeling opwekken.

Als er dus door het lichaam, dat verbonden is met de fase, een stroom vloeit van 30 milli-ampère of meer, dan zal de netspannning onmiddellijk automatisch worden afgeschakeld. Omdat, zoals reeds gezegd, de dodelijke stroom blijkbaar bij 100 milli-ampère ligt, zal het duidelijk zijn, dat door gebruik van deze schakelaar het aantal dodelijke ongevallen zal dalen. Siemens claimt overigens niet, dat deze schakelaar in alle denkbare gevallen redding biedt. Een uitvoerige analyse van alle dodelijke elektrische ongevallen in de afgelopen 18 jaar heeft uitgewezen, dat ruim de helft van de slachtoffers zou gered zijn bij het gebruik van de schakelaar.

Wel moet hierbij aangetekend worden, dat er van uitgegaan is, dat alleen het installatiegedeelte zonder aardleiding (het verlichtingscircuit dus) beveiligd gedacht werd met de aardlekschakelaar. Het beveiligen van de volledige elektrische installatie (de schakelaar dient dan als hoofdschakelaar) heeft als bezwaar, dat de schakelaar af en toe door kleine lekstromen in geaarde apparaten zal uitschakelen.

In de nabije toekomst zal het gebruik van aardlekschakelaars verplicht worden. 



het minampje

Het 'Minampje' is een 1 watt versterkertje. Alvorens u zich geërgerd afvraagt wat in hemelsnaam te beginnen valt met zo'n ding en verderbladert, even het volgende. Er valt heel wat te beginnen met een 1 watt versterkertje. Wat dacht u van een telefoonversterker bijvoorbeeld, waarmee het ganse gezin de konversatie met ome Joop en tante Truus kan volgen (men is nooit te ver weg om te...)? Of een babyfoon, waarmee des baby's gekrijs op de gewenste plaats weergegeven kan worden (in de veronderstelling, dat hij zelf niet in staat zou zijn om het nodige aantal deci-bell te produceren)? Of, voor zolderkamerbewoners een deurtelefoon, waarmee pacifisten, getuigen van Jehova, encyclopedieslijters, enqueteurs en dergelijke al naar gelang de persoonlijke voorkeur en instelling resoluut heen gezonden kunnen worden? Natuurlijk eveneens een interkom, als logische uitbreiding van het voorgaande. Kortom, een 1 watt versterkertje is een zinvol bouwprojekt. Het 'Minampje' is opgebouwd op een standaardprint, die voor alle toepassingen te gebruiken is. De schakeling wordt aangepast aan de specifieke toepassing, door het bebouwen van een tweede, kleiner printje. Door middel van enige draadbruggetjes kunnen de twee units aan elkaar geknoopt worden. In dit nummer van 'PE' wordt allereerst het eigenlijke versterkertje besproken en wordt een 'recht toe recht aan' toepassing besproken: een telefoonversterker. De overige mogelijkheden volgen in de komende nummers.

TOTALE BOUWPRIJS: FL 35

ONTWERPKRITERIA

Uit de reeds genoemde toepassingen volgt, dat er aan het ontwerp van het 'Minampje' een aantal speciale eisen wordt gesteld, waardoor het schakelingetje ingewikkelder wordt dan men vooreerst gedacht had.

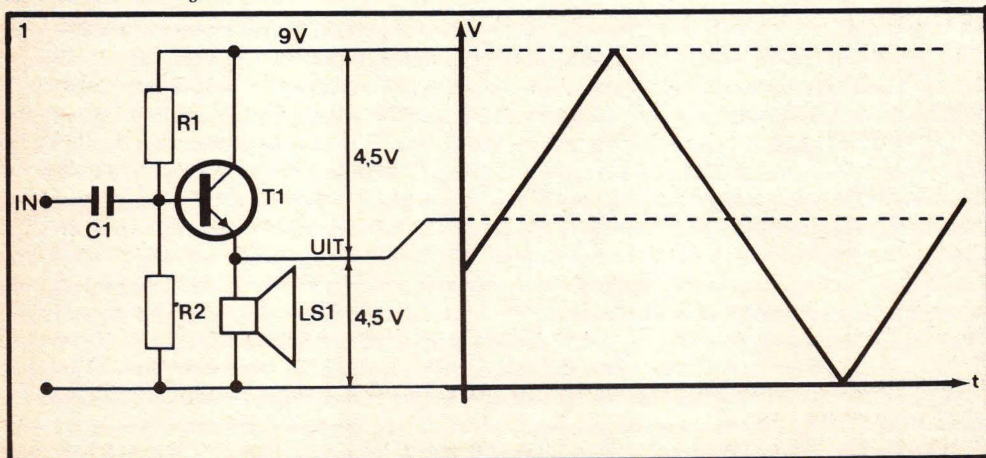
Een eerste eis is, dat de ingangsgevoeligheid van de versterker zeer groot is. De gebruikte geluidspanningsomzetters, een telefoon pick-up spoel voor de telefoonversterker, een mikrofoon voor de babyfoon en een luidsprekertje voor de deurtelefoon en de interkom, geven namelijk alle slechts enige milli-volt signaal af. De versterker moet dus een gevoeligheid hebben, die overeenkomt met de gevoeligheid van de mikrofooningang van een Hi-Fi versterker! Er moet dus flink voorversterkt worden.

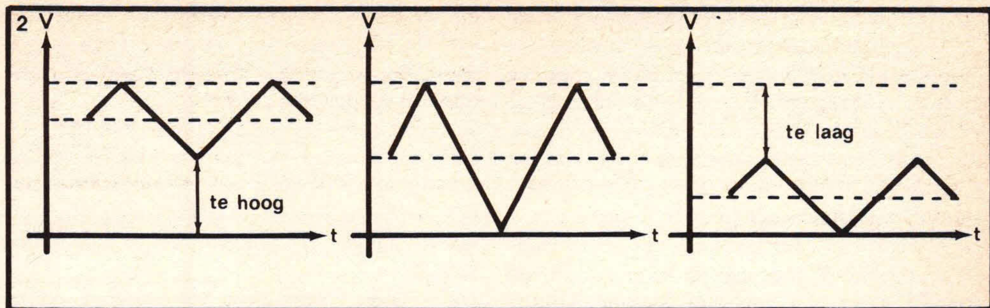
Een tweede eis is, dat de schakeling uit een 9 volt batterij gevoed kan worden. Dit houdt in, dat het stroomverbruik van de schakeling zo klein mogelijk moet zijn. Overigens wordt gewerkt aan een hulpschakeling, die gebruikt kan worden met de babyfoon en die de versterker dan pas inschakelt als er iets te versterken valt, dus als er geluiden uit de wieg opstijgen.

Een derde eis, misschien niet zo voor de hand liggend maar zeer noodzakelijk, is dat de versterker zo snel mogelijk na aanschakelen van de voedingsspanning in staat moet zijn een onvervormd geluidssignaal te leveren. Dit is belangrijk bij de interkom, waarbij de voedingsspanning ingeschakeld wordt bij het indrukken van de spreekknop. De meeste laagfrekwent versterkers doen er enige sekonden over, alvorens het geluid op volle sterkte en onvervormd klinkt. Dit heeft bij interkom gebruik tot gevolg, dat de eerste woorden kans lopen volledig de mist in te gaan, wat tot allerlei 'wat zei je?' toestanden aanleiding kan geven.

Tenslotte moet de bandbreedte van de versterker beperkt blijven tot het spraakgebied van het geluidsgebied. Een breedband (Hi-Fi) versterker heeft voor dergelijke toepassingen alleen maar nadelen. Ten eerste bestaat er kans op hoogfrekwent instabiliteit, door de grote versterking en het noodzakelijk gebruik van lange leidingen. Ten tweede zal de versterker alleen maar meer gaan ruisen, en daar kopen we niets voor. Gelukkig is deze laatste eis het gemakkelijkst te verwezenlijken.

Figuur 1. Allerprincipieelst schema van een eindversterker. Ondanks de vele nadelen wordt dit schema toch soms gebruikt.





Figuur 2. Waarom de uitgang van een versterker op de halve voedingsspanning moet ingesteld worden volgt uit deze voorbeelden. In de voorbeelden a en b blijft een gedeelte van de voedingsspanning ongebruikt en dat zou jammer zijn.

PRINCIPE VAN EEN VERSTERKER

Aan de hand van een stap na stap opbouw wordt uitgelegd, hoe men tot het praktische schema komt.

Allereerst iets over versterken zelf. Het vermogen, dat een luidspreker kan leveren is afhankelijk van de impedantie van dit onderdeel, maar ook van de spanning die erover staat. Hoe kleiner de impedantie, hoe groter het vermogen dat uit de ter beschikking staande voedingsspanning kan gehaald worden. Hoe groter de voedingsspanning, hoe meer vermogen er in een bepaalde luidspreker kan opgewekt worden.

Bij het ontwerpen van een eindversterker moet men dus van deze gegevens uitgaan. Zoals reeds gezegd, wordt het 'Minampje' gebruikt in kombinatie met een spanning van 9 volt, opgewekt door 2 platte 4,5 volt batterijtjes. De keuze van de luidspreker is volledig afhankelijk van het aanbod. Een goed bruikbaar 1 watt luidsprekertje is het type AD 3070 / Y 8 van Philips. Dit is goedkoop, is overal verkrijgbaar en heeft een impedantie van 8 ohm.

De eenvoudigste versterkerschakeling, die in teorie denkbaar is, is getekend in figuur 1.

Een transistor T 1 is in serie met de luidspreker aangesloten op de voedingsspanning. De basis van de halfgeleider wordt door de weerstandsdeler R 1 - R 2 zo ingesteld, dat op de emitter een gelijkspanning van 4,5 volt, eksakt de helft van de voedingsspanning dus, teruggevonden wordt.

Het geluidssignaal wordt via een kondensator aangeboden aan de basis.

De transistor is geschakeld als emittervolger. Dat wil zeggen, dat er geen spanningsversterking optreedt, maar wel een flinke stroomversterking. Als men over de luidspreker dus een geluidssignaal van 2,5 volt wil hebben, dan moet men precies evenveel spanning in de basis sturen.

Dit instellen op de halve voedingsspanning is een zeer belangrijk gegeven uit de hele eindversterkerfilosofie. Zoals men weet zijn alle geluiden opgebouwd uit sinusvormige spanningen. Dat zijn signalen die, gezien in de tijd, verlopen zoals in figuur 1 getekend. Wil men zoveel mogelijk sinusspanning aan de luidspreker aanbieden, dan moet het spanningsnivo op de uitgang van de versterker in rust precies de helft van de voedingsspanning zijn. Het sinussignaal wordt immers op deze gelijkspanning gezet en uit figuur 2 volgt duidelijk, dat die sinus het grootst kan zijn, als aan de genoemde voorwaarde voldaan is. Men zegt dan, dat de eindversterker volledig symmetrisch uitgestuurd kan worden.

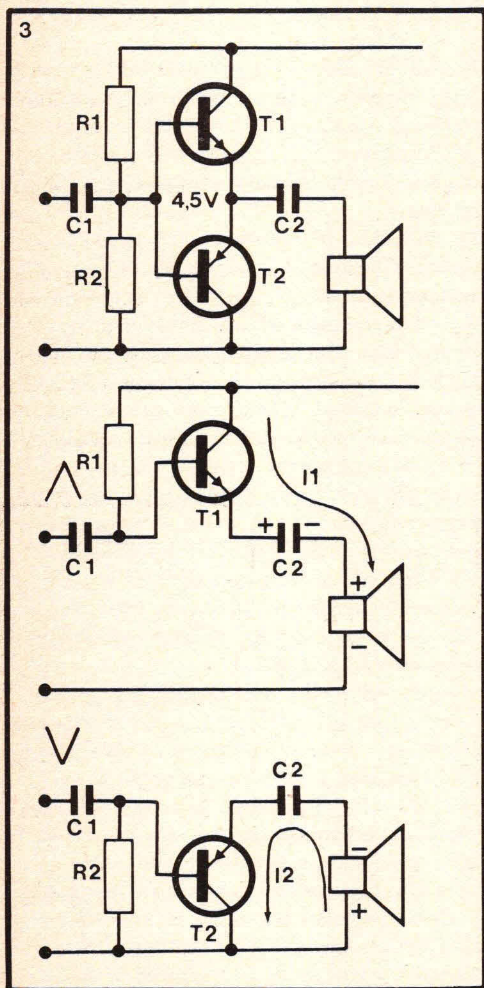
Het schema van figuur 1 heeft enige nadelen.

In de eerste plaats vloeit er een vrij grote gelijkstroom door de luidspreker. We hebben reeds uitgelegd, waarom over de luidspreker in rust 4,5 volt gelijkspanning moet staan. Door deze instelspanning zal er een grote gelijkstroom door de spreekspoel vloeien, en daarvoor zijn luidsprekers nu eenmaal niet geschapen! Een tweede nadeel, rechtstreeks gevolg van het eerste is, dat er flink wat vermogen verspild wordt in de transistor en de luidspreker, en gezien de batterijvoeding is dit niet zo leuk.

Men zou het eerste bezwaar kunnen verhelpen

door in plaats van de luidspreker een even grote weerstand tussen emitter en aarde te solderen en de luidspreker door middel van een grote kondensator over deze weerstand te schakelen. Deze kondensator spert dan de gelijkspanning over de weerstand, maar laat het geluidssignaal ongehinderd door. Een veel elegantere oplossing is getekend in figuur 3.

De luidspreker is nu vervangen door een transistor T 2, die de tegengestelde polariteit heeft van T 1. Dit noemt men een komplementaire eindtrap, opgebouwd uit een PNP-NPN kombinatie. De basissen liggen aan elkaar en de spanningsdeler R 1 - R 2 stelt het knooppunt van de versterker (de emitters) in op de helft van de voedingsspanning. De luidspreker is door middel van de grote kondensator C 2 met dit punt verbonden.



Hoe werkt zo'n komplementaire eindtrap?

Aan de basissen wordt door middel van de kondensator C 1, die geen ander doel heeft dan het voorkomen dat de basisgelijkspanning afvloeit naar de signaalbron, een sinusspanning gelegd.

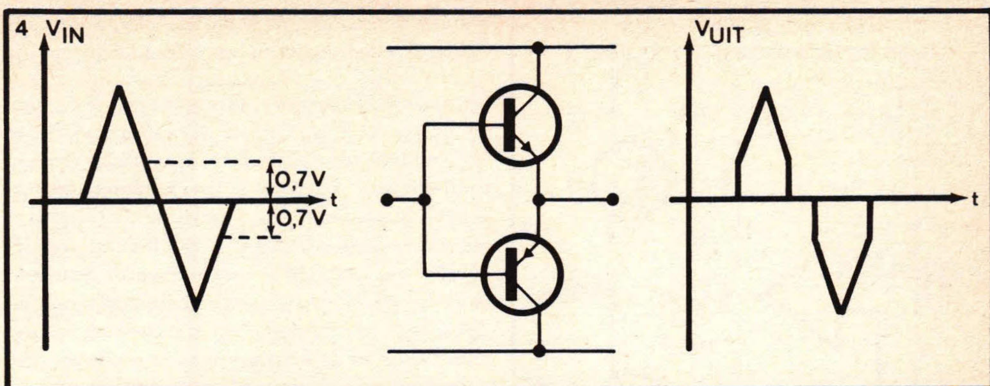
Deze sinus wordt door C 1 doorgelaten en wordt dus bij de reeds aanwezige 4,5 volt opgeteld. Als de sinus positief is, dan stijgt de basisspanning. De basis van T 1 wordt positiever dan de emitter, en bijgevolg gaat deze halfgeleider geleiden. Er vloeit een flinke stroom door de kollektor-emitter junktie. Transistor T 2 spert, daar de basis positief is ten opzichte van de emitter en een PNP-halfgeleider dan niet geleidt. De (wissel)stroom kan dus alleen via kondensator C 2 en de luidspreker naar massa afvloeien. Deze stroom is in figuur 3b getekend als i 1. Door deze stroom wordt kondensator C 2 opgeladen met de getekende polariteit en zal bovendien de konus van de luidspreker zich in beweging zetten. De grootte van de stroom is evenredig met het verloop van de spanning op de basis, net zoals dit het geval was in figuur 1.

In figuur 3c is getekend wat er gebeurt als de sinus aan zijn negatieve alternantie toe is. De basisspanning daalt, transistor T 1 gaat sperren en zijn kameraad T 2 geleiden. De serieschakeling van luidspreker en kondensator C 2 wordt nu door deze laatste halfgeleider kortgesloten naar massa. De kondensator kan de opgezamelde lading kwijt en een stroom i 2, tegengesteld aan i 1 is het resultaat.

De konus beweegt zich in de andere richting. De grootte van de ontlaadstroom is afhankelijk van de mate van geleiding van transistor T 2 en die grootheid is op zijn beurt afhankelijk van de grootte van de negatieve sinushelft. Met andere woorden: de stroom i 2 varieert recht evenredig met het sinussignaal op de basis!

Besluit is, dat door de gezamenlijke inspanningen van T 1 en T 2 er een wisselstroom door de luidspreker gaat vloeien, als aan de basissen een wisselspanning wordt aangeboden. Boven-

Figuur 3. De komplementaire eindtrap, basis van iedere goede versterker. Door middel van de stroomloop door de onderdelen kan de werking snel doorgrond worden.



Figuur 4. De beruchte 'cross-over-vervorming', die de naam van transistorversterkers zo lang bezoedeld heeft, ontstaat in de overgang van de sinus van positieve naar negatieve alternantie.

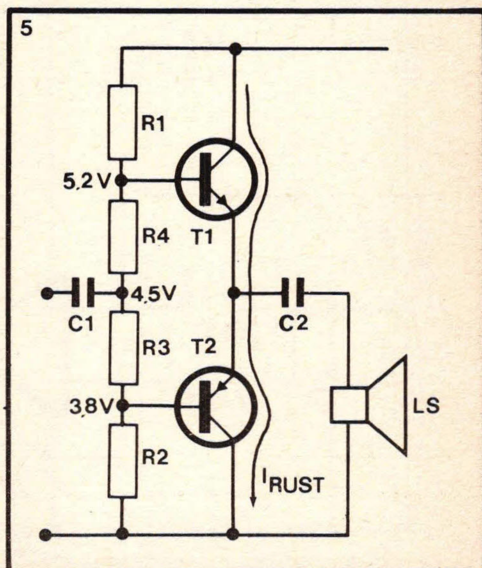
dien heeft deze schakeling niet de bezwaren van het schema van figuur 1. De luidspreker is door middel van de kondensator C 2 gescheiden van de instelgelijkspanning en het stroomverbruik daalt aanzienlijk. Immers, er geleidt steeds maar één transistor en als er geen signaal aan de ingang ligt is de eindtrap stroomloos, want dan sperren beide halfgeleiders.

Uiteraard heeft ook deze schakeling een nadeel. Dat is het zojuist genoemde gegeven, dat er geen stroom vloeit in rust. Iedere transistor heeft een bepaalde dode zone: als bij siliciumtransistoren de spanning tussen basis en emitter kleiner is dan 0,7 volt, dan spert de halfgeleider. Dit heeft wel als naar gevolg, dat wisselspanningen die kleiner zijn dan 0,7 volt niet aan de luidspreker worden doorgegeven! Ook grote signalen zullen, bij het doorlopen van het nulpunt, vervormd aan de luidspreker verschijnen. In figuur 4 is dit grafisch toegelicht. Dit verschijnsel veroorzaakte in de eerste transistorversterkers het bekende en beruchte 'transistorgeluid'. Volgens de boeken heet dit verschijnsel de 'cross-over vervorming'.

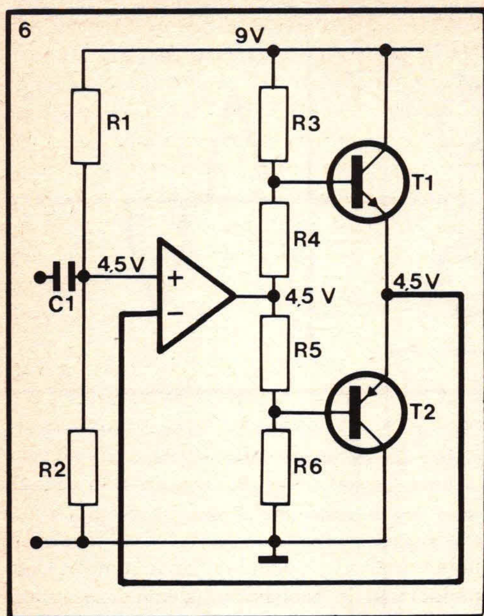
Er bestaat een eenvoudig hulpmiddeltje om deze vervorming grootdeels kwijt te raken. Men zorgt ervoor, dat door de eindtransistoren steeds een kleine ruststroom vloeit, door de bassissen niet rechtstreeks aan elkaar te knopen, maar via een weerstand.

In figuur 5 is dit getekend. De spanningsdeler in de basis is uitgebreid met twee weerstanden R 3 en R 4. Deze worden zo gekozen, dat er ongeveer 0,7 volt over valt. De transistoren geleiden en zelfs de kleinste wisselspanning wordt naar de uitgang doorgekoppeld.

Helaas heeft deze schakeling een groot nadeel, die de praktische bruikbaarheid onmogelijk maakt: ze is onstabiel. De overgangsfase van niet-geleiden naar geleiden is bij een transistor zeer klein. Door allerlei eksterne invloeden, zoals de temperatuur of een plotse verhoging van de netspanning, kan dit sisteem uit de hand lopen. Het gevolg is, dat de ruststroom



Figuur 5. Een elegante, maar onpraktische oplossing: door de eindtransistoren wordt steeds een kleine stroom gestuurd.



Figuur 6. De noodzakelijke stabilisatie van de ruststroom vereist een ekstra versterker.

gaat stijgen en zelfs zo groot kan worden, dat beide transistoren vernield worden.

Uiteraard heeft men daar iets op gevonden: tegenkoppeling.

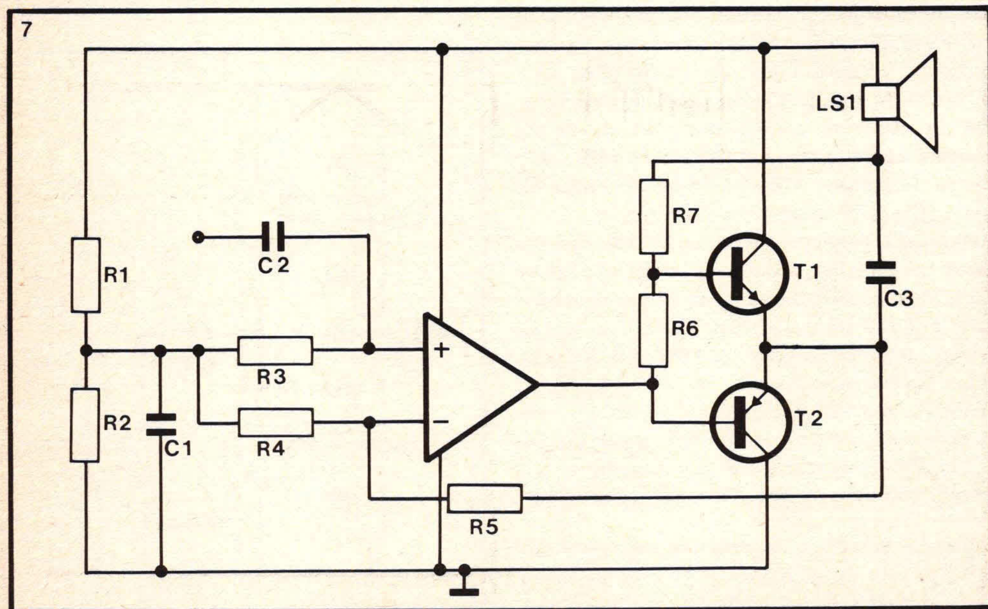
Wat dat nu weer voor een beest is, wordt in figuur 6 verduidelijkt.

De ondertussen reeds zeer bekende komplementaire eindtrap wordt voorafgegaan door een versterker, in de figuur simbolisch voorgesteld door een driehoekje. De instelling van het geheel wordt verzorgd door de weerstandsdeler aan de positieve ingang. Met behulp van de gelijke weerstanden R 1 en R 2 wordt deze ingang ingesteld op de halve voedingsspanning. Zoals later zal blijken, vinden we deze spanning terug op de emitters van de eindtrap. De negatieve ingang van de versterker is rechtstreeks verbonden met de uitgang.

We hebben in dit tijdschrift reeds verschillende malen verkondigd (Spanningloep, Spanningsbron) dat een fundamentele eigenschap van de hier toegepaste versterker met twee ingangen (verschilversterker) is, dat de versterker zich zo instelt, dat het spanningsverschil tussen de ingangen nul is. Dit gaat ook hier op. Wil aan deze voorwaarde voldaan worden, dan is het duidelijk, dat op de emitters inderdaad een spanning van 4,5 volt teruggevonden moet worden.

Als de instelling zich zou willen wijzigen, dan zou de negatieve ingang een afwijkend poten-

Figuur 7. Het praktische schema van de eindtrap. Een kompromis tussen ideaal en haalbaarheid, zoals alles in het leven.



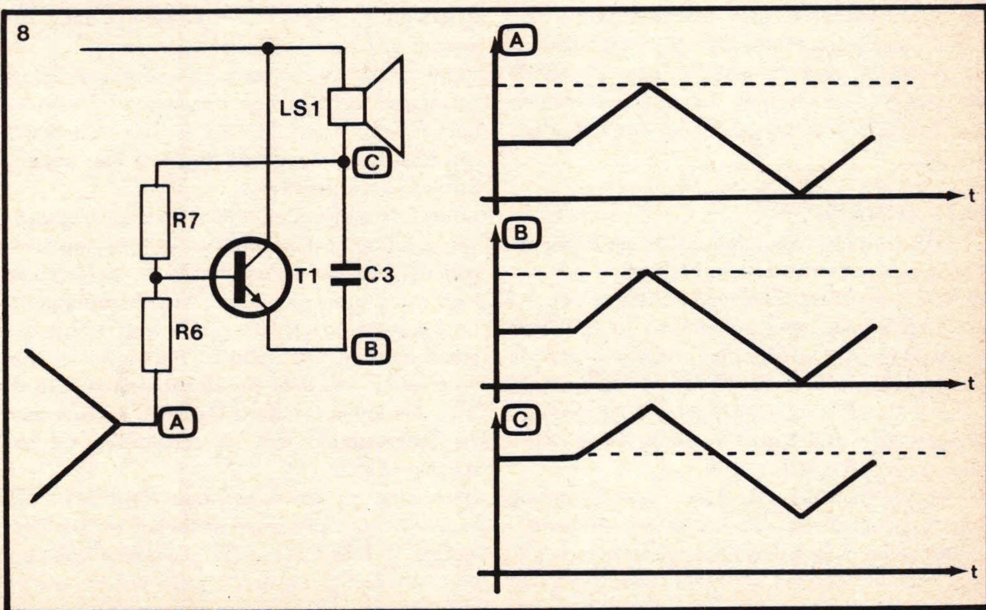
tiaal voeren. De versterker regelt dan een en ander dadelijk bij.

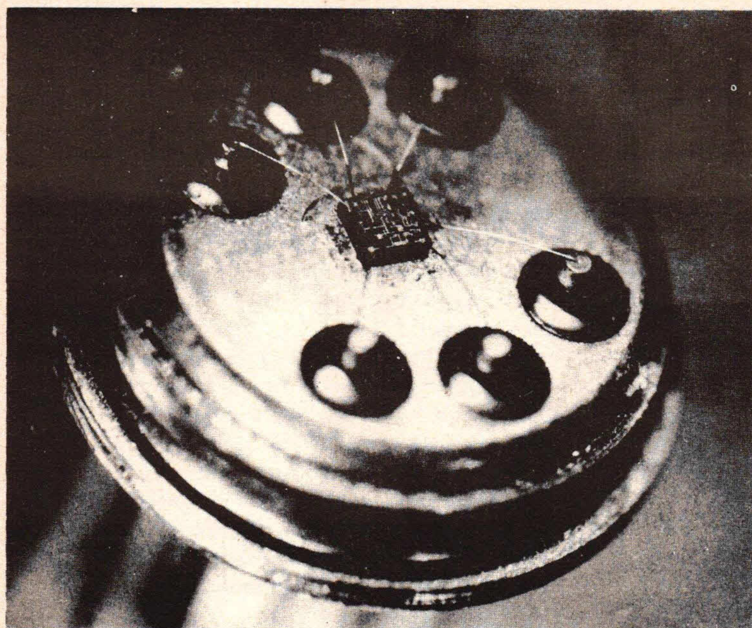
HET PRAKTISCHE SCHEMA

In figuur 7 is het gebruikte schema van de eindtrap van het 'Minampje' getekend.
Er zijn enige afwijkingen te konstateren. Deze zijn alleen ingegeven uit praktische overwegingen.
Ten eerste is wat water in de wijn gedaan wat betreft de stabiliteit. De negatieve ingang is niet rechtstreeks met de uitgang verbonden, maar via een spanningsdeler R 4 - R 5. Het gevolg is, dat de stabilisering minder volmaakt is, want eventuele afwijkingen van de uitgangsspanning worden nu niet meer in hun geheel teruggekoppeld. Een prettiger gevolg is, dat de trap nu ook het wisselspanningssignaal gaat versterken. Gezien de in de inleiding aangekondigde hoge gevoeligheid is deze versterking zeer welkom!
Via de spanningsdeler R 4 - R 5 wordt ook een deel van de wisselspanning-uitgangsspanning aan de negatieve ingang aangeboden. De versterker stelt zich zo in, dat dit deelsignaal gelijk wordt aan het ingangssignaal op de positieve ingang. Het uitgangssignaal is dus groter dan de ingangsspanning, en wel des te groter naarmate de verhouding van de weerstanden R 5 en R 4 groter is.

Ook de instelling van de eindtrap heeft een kleine wijziging ondergaan. De luidspreker is geschakeld tussen de voedingsspanning en de uitgangskondensator. De basisinstelweerstand gaat niet naar de voeding, maar naar deze kondensator. Dit principe noemt men 'bootstrapping' en verbetert de uitsturing van de versterker voor positieve signalen.
Het is voor een goede werking van de versterker namelijk noodzakelijk, dat er over weerstand R 7 steeds een flinke spanning blijft staan.
Stel dat men de versterker maksimaal positief uitstuurt, zoals in figuur 8 voorgesteld is. Het punt A gaat dan naar 9 volt toe, evenals punt B. Als weerstand R 7 nu rechtstreeks aan de voeding lag, dan zou over deze weerstand geen spanning vallen, zodat er ook geen stroom doorheen kon lopen. De versterker, gehuisvest in het driehoekje, doet het dan niet meer. Door middel van de 'bootstrapping' kan deze situatie niet voorkomen.
In rust is punt C op voedingspotentiaal en staat punt A op 4,5 volt. Over de weerstand R 7 valt dus 4,5 volt. Bij sturing met een positieve alternantie van het signaal stijgt de spanning op de punten A en B tot bijna 9 volt. Door kon-

Figuur 8. Het principe van de 'bootstrapping', grafisch verklaard.





Zò ziet de toegepaste operationele versterker er inwendig uit.

densator C 3 wordt deze spanningsstijging doorgegeven aan punt C. Dit punt wordt dus positiever dan de voedingsspanning! Het gevolg is, dat over weerstand R 7 toch de nodige spanning blijft staan, met als gevolg dat de versterker het blijft doen.

De ruststroominstelling wordt in figuur 7 verzorgt door de spanningsdeler R 1 en R 2. Zowel de positieve als de negatieve ingang van de versterker moeten met dit punt verbonden worden. Hiervoor zorgen de weerstanden R 3 en R 4.

HET 'MINAMPJE'

In figuur 9 is het komplete praktische schema van deze 1 watt versterker getekend.

Er zijn twee versterkertrappen toegepast, dit om de gewenste gevoeligheid van 10 milli-volt te verkrijgen. De volledige instelling van de versterker wordt verzorgd door de spanningsdeler R 4 en R 3. Alle ingangen van de versterkers zijn met deze lijn verbonden, via de weerstanden R 5, R 6, R 9 en R 10.

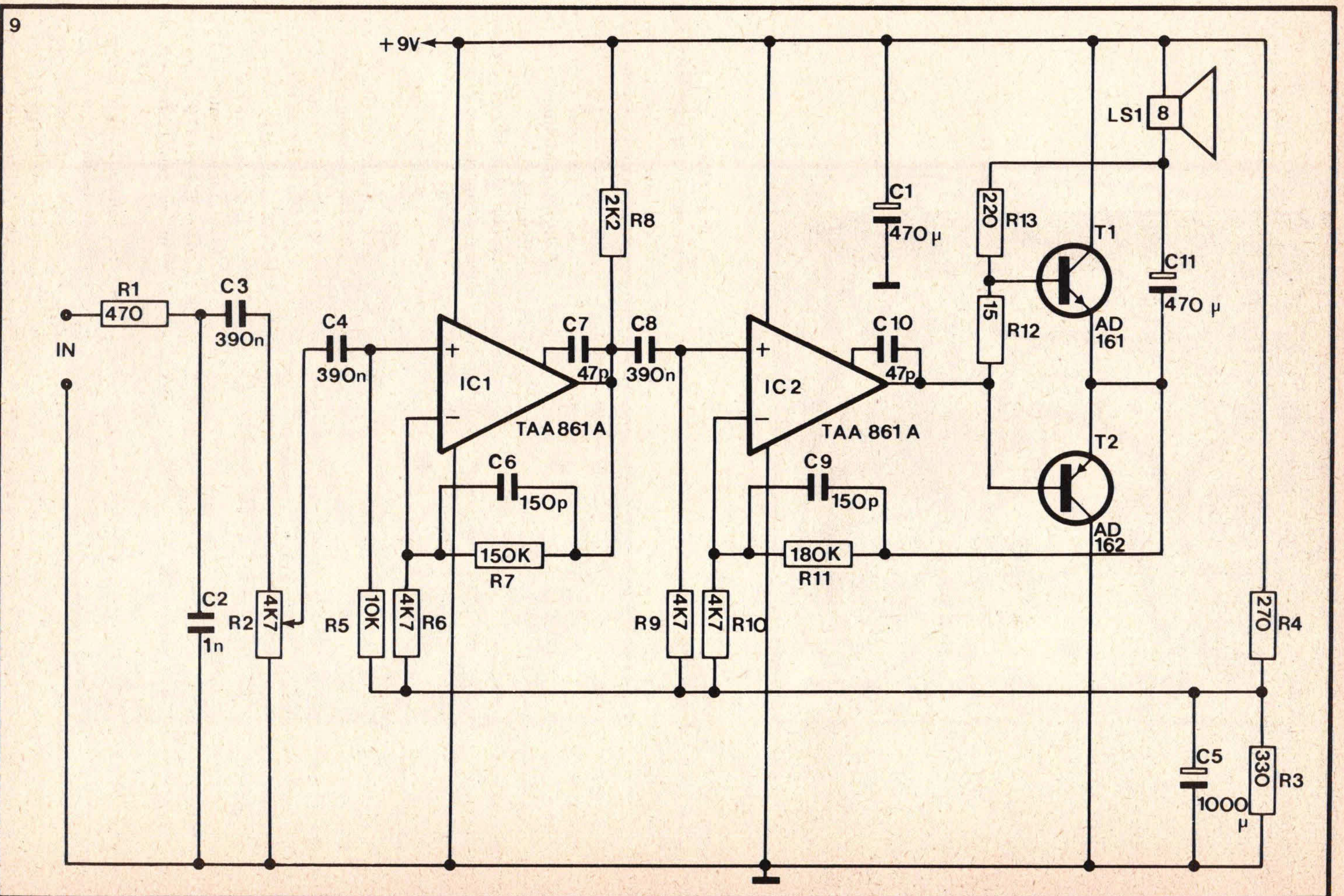
De grote elko C 5 ontdoet deze instelspanning van brom en resten van het te verwerken geluidssignaal. Opgemerkt kan worden, dat de weerstanden R 4 en R 3 zeer klein zijn. Dit heeft alles te maken met de eis, dat de versterker dadelijk bij het inschakelen van de voedingsspanning paraat moet zijn. De elko C 5 moet namelijk via R 4 opladen. Dit duurt enige tijd. Gedurende deze tijd is de versterker volledig verkeerd ingesteld, met als gevolg grote vervorming. Door de keuze van deze lage weerstanden wordt deze tijd kleiner dan 1 sekonde, wat aanvaardbaar is.

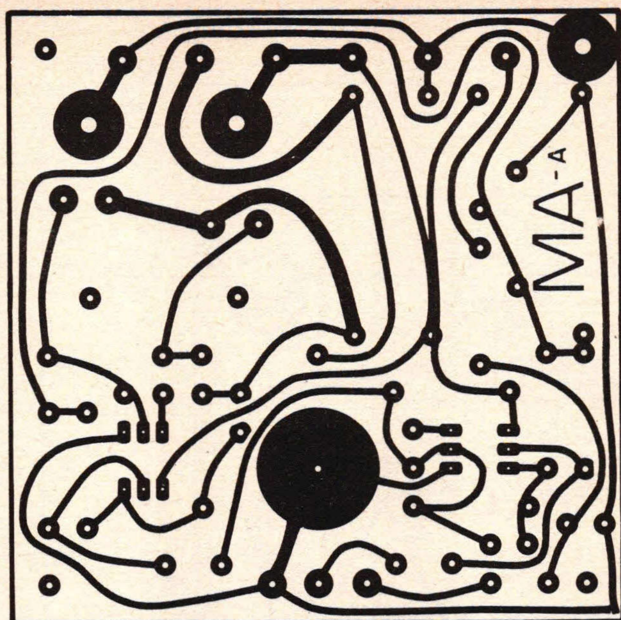
Beide versterkertrappen zijn uitgevoerd met geïntegreerde Siemens operationele versterkers van het type TAA 861 A. Men is dan van een hele hoop moeite af, inherent aan het gebruik van transistoren.

In deze IC's zijn namelijk alle instelweerstanden geïntegreerd, zodat de eksterne schakeling volledig kan gericht worden op het doel van de trap: versterken van kleine wisselspanningen!

De versterking van de eerste trap wordt bepaald door de weerstanden R 6 en R 7 en van de tweede trap door de komponenten R 10 en R 11. De kondensatoren C 6 en C 9 begrenzen de doorlaatband van de schakeling tot het spraakgedeelte.

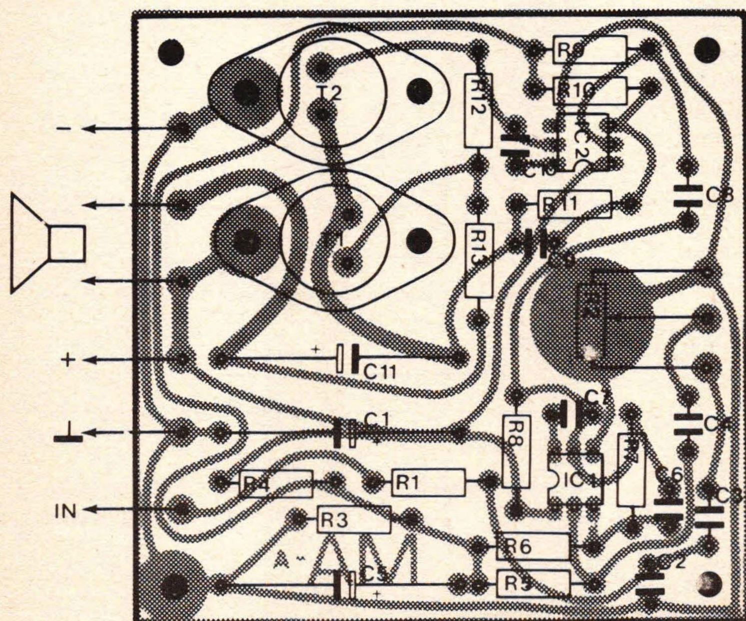
De ingang wordt via een netwerkje R 1 - C 2 aan de volumepotmeter aangeboden. Dit netwerkje is zeer belangrijk. Bij gebruik als interkom wil het namelijk wel eens gebeuren, dat de lange onafgeschermde draden tussen de


9
+9V
R1
470
C3
390n
IN
C2
1n
R2
4K7
C4
390n
R5
10K
4K7
R6
IC1
TAA861A
C7
47p
C8
390n
2K2
R8
C6
150p
150K
R7
R9
4K7
4K7
R10
IC2
TAA 861 A
C10
47p
C9
150p
180K
R11
C1
470 µ
220
R13
15
R12
T1
AD
161
T2
AD
162
LS1
8
C11
470 µ
270
R4
C5
1000
µ
330
R3



Figuur 10. De print van de versterker, later eenvoudig uit te breiden tot een interkom of deurtelefoon.

Figuur 11. Zoals bij alle 'PE' projekten, vinden ook hier alle onderdelen, inklusief potmeter, een plaats op de print.



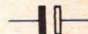
luidspreker, die als mikrofoon dienst doet en de versterker gaan fungeren als middengolfantenne. Behalve van de stem van de gesprekspartner kan men dan genieten van een heleboel middengolfzenders. Het kleine netwerkje aan de ingang sluit deze ongewenste signalen resoluut kort naar massa.

DE BOUW

In figuur 10 en figuur 11 is de borst- en de rugzijde van de print getekend, zodat een probleemloze nabouw verzekerd is.
De volumepotmeter kan op de print bevestigd worden. Met drie kleine draadjes wordt de verbinding tussen dit komponent en de print tot stand gebracht. In het proto-type is een potmeter met schakelaar gebruikt. Eén aansluiting van deze schakelaar gaat dan naar de 'plus batterij' aansluiting op de print, de andere naar de positieve klem van de batterij. De twee 4,5 volt elementen worden in serie geschakeld: lange lip aan korte lip solderen.
De twee eindtransistoren kunnen rechtstreeks op de print geschroefd worden en uiteraard eveneens gesoldeerd. De kollektoren worden via de schroeven met de schakeling verbonden.

DE INBOUW

Over de inbouw valt nu nog weinig te zeggen, deze is volledig afhankelijk van het gebruik van de print en zal telkens bij de toepassingen besproken worden.



WEERSTANDEN:

R 1 = 470 ohm, 1/4 watt
R 2 = 4,7 kohm, log. potmeter
R 3 = 330 ohm, 1/4 watt
R 4 = 270 ohm, 1/4 watt
R 5 = 10 kohm, 1/4 watt
R 6 = 4,7 kohm, 1/4 watt
R 7 = 150 kohm, 1/4 watt
R 8 = 2,2 kohm, 1/4 watt
R 9 = 4,7 kohm, 1/4 watt
R 10 = 4,7 kohm, 1/4 watt
R 11 = 180 kohm, 1/4 watt
R 12 = 15 ohm, 1/2 watt
R 13 = 220 ohm, 1/2 watt

KONDENSATOREN:

C 1 = 470 uF, 12 V aksiale elko
C 2 = 1 nF
C 3 = 390 nF, Siemens MKM
C 4 = 390 nF, Siemens MKM
C 5 = 1000 uF, 6 V aksiale elko
C 6 = 150 pF
C 7 = 47 pF
C 8 = 390 nF, Siemens MKM
C 9 = 150 pF
C 10 = 47 pF
C 11 = 470 uF, 16 V aksiale elko

HALFGELEIDERS:

IC 1 = TAA 861 A, Siemens
IC 2 = TAA 861 A, Siemens
T 1 = AD 161
T 2 = AD 162

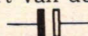
DIVERSEN:

LS 1 = AD 3070 / Y 8 Philips



het minampje als telefoon versterker

Zoals reeds gezegd is dit een 'recht toe recht aan' toepassing van deze versterker.
De ingangsspanning wordt geleverd door een zogenaamde telefoon pick-up spoel, die in iedere goede onderdelenhandel voor weinig geld verkrijgbaar is. Deze spoel is voorzien van een zuignap, en kan zonder meer op de hoorn gekleefd worden. De juiste plaats is vrij kritisch en volgt uit de foto.
De versterkerprint kan met de luidspreker en de batterijen ingebouwd worden in een kastje. De print wordt met afstandsbusjes op het metalen frontplaatje bevestigd, zodat de potmeteras naar buiten steekt. De ingang van de print wordt door middel van een afgeschermd draadje met een aangepast pluggetje verbonden. De metalen buitenste kraag van dit pluggetje mag niet met de afscherming van de kabel verbonden worden, de massaverbinding komt via de print tot stand! Meer is over deze toepassing niet te vertellen.
Als het volume van de versterker te ver wordt opengedraaid, dan kan de zaak gaan rondzingen, wat zich uit in de bekende pieptoon. De luidspreker wordt dus liefst niet in de buurt van de telefoon opgesteld.



P.B. 441

LEZERSVRAGEN
LEZERSSUGGESTIES
LEZERSIDEEEN

SPELREGELS VOOR P.B. 441

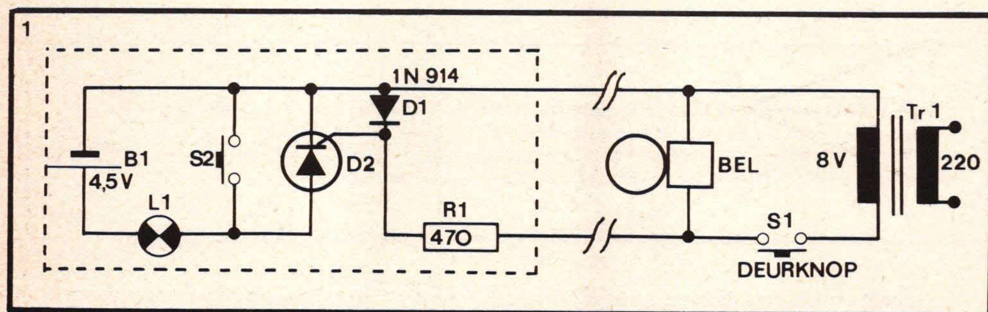
- **Alleen technische vragen, ideeën en opmerkingen naar 'Redaktie PE', postbus 441 Maastricht-5000'. Alle andere vragen (abonnementen, advertenties) naar 'Uitgeverij Born B.V., postbus 22, Assen'.**
- **Behandel één vraag per brief en stuur steeds een antwoordpostzegel mee.**
- **Vragen over 'PE'-artikelen worden uitvoerig beantwoord. Alle overige vragen zo goed mogelijk. Wij weten echter ook niet alles over alles!**
- **Geef steeds zoveel mogelijk technische informatie, zoals spanningen, schema's, gebruikte onderdelen.**
- **Vragen over Hi-Fi apparatuur kunt U veel beter beantwoord krijgen door de redaktie van ons zusterblad 'Stereo-Hi-Fi-Test', postbus 22, Assen.**
- **Alle vraagstellers krijgen een persoonlijk antwoord. Algemene vragen worden bovendien in deze rubriek afgedrukt.**

OPTISCHE DEURBEL

De Heer J. G. te Enschede wil een schakelingetje met een relais bouwen, waardoor een lamp wordt ingeschakeld als er gebeld wordt. De lamp moet blijven branden, tot een drukknop ingeduwd wordt. Hij vraagt hoe dit moet.

Deze schakeling kan veel eenvoudiger en ook goedkoper opgebouwd worden rond een tyristor. Het schema is getekend in figuur 1. Het normale belcirkuit wordt gevormd door de beltrafo Tr 1, de drukknop S 1 en de bel. De wisselspanning van 8 volt, die aan deze bel wordt aangelegd, stuurt de schakeling. Via weerstand R 1 en de diode D 1, waarvoor iedere kleine siliciumdiode gebruikt kan worden, wordt dit signaal gebruikt als gatespanning. De diode gaat geleiden, als de spanning over de bel negatief wordt, zodat de gatekatode junktie niet vernield kan worden door een te grote tegenspanning. In serie met de anode staat een lampje, dat gevoed wordt uit een batterij van 4,5 volt.

Zoals men weet gaat een tyristor geleiden, als er een positieve spanning op de gate wordt gezet. Dit gebeurt bij het indrukken van de belknop.



Figuur 1. Een eenvoudig geheugenschakelingetje, met een tyristor als geheugencel. Een signaal op de gate opent de elektronische schakelaar, het kortsluiten van de SCR sluit de schakelaar.

P.B. 441

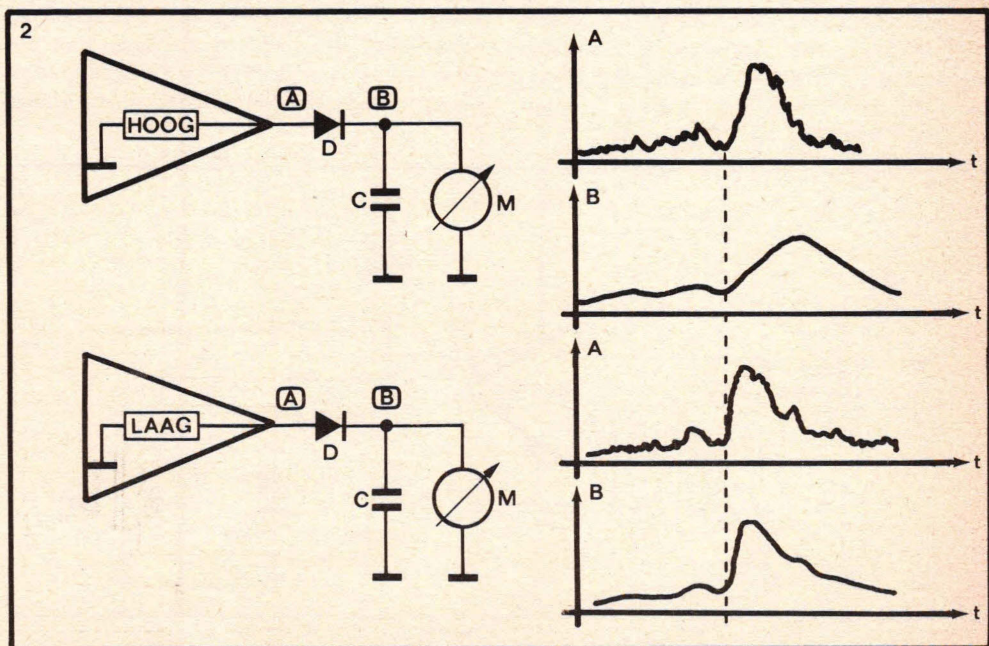
LEZERSVRAGEN
LEZERSSUGGESTIES
LEZERSIDEEEN

Eens ontstoken, 'lijft hij geleiden, zodat het lampje L blijft branden. Door middel van de drukknop S 2 kan men de halfgeleider overbruggen. De stroom door de stuurbare diode wordt dan nul, en als gevolg gaat hij sperren. Als men de drukknop loslaat, dan zal het lampje doven.
Voor deze schakeling is zelfs de goedkoopste tyristor goed genoeg, zo is een 1 ampère, 50 volt eksemplaar goed bruikbaar.

VU-METER

De Heer P. V. te Oss heeft een Sony versterker met een rekorder uitgang, die volgende gegevens heeft: uitgangsspanning: 24 milli-volt, uitgangsimpedantie: 82 kilo-ohm. Hij wil een VU-meter op deze uitgang aansluiten en vraagt of dit rechtstreeks mogelijk is, of dat hier een bepaald schema voor nodig is.

Ten tweede is die spanning een wisselspanning, en een VU-meter reageert alleen op gelijkspanning. Ten derde is de uitgangsimpedantie te groot. De relatief lage inwendige weerstand van de meter zou de spanning kortsluiten naar massa.
Er moet dus een schakelingetje tussengeschakeld worden. Daar de uitgangsspanning bijzonder laag is, moet deze flink versterkt worden, stel honderd maal. Na deze versterkerstrap volgt dan een gelijkrichter, die het signaal omvormt in een gelijkspanning, die de meter stuurt.
Een belangrijke voorwaarde voor een VU-meter is, dat hij zeer snel reageert op plotse spanningspieken in het signaal. Het is dus noodza-
Rechtstreekse verbinding van een VU-meter op deze uitgang gaat niet. Ten eerste is de uitgangsspanning van de versterker veel te klein.

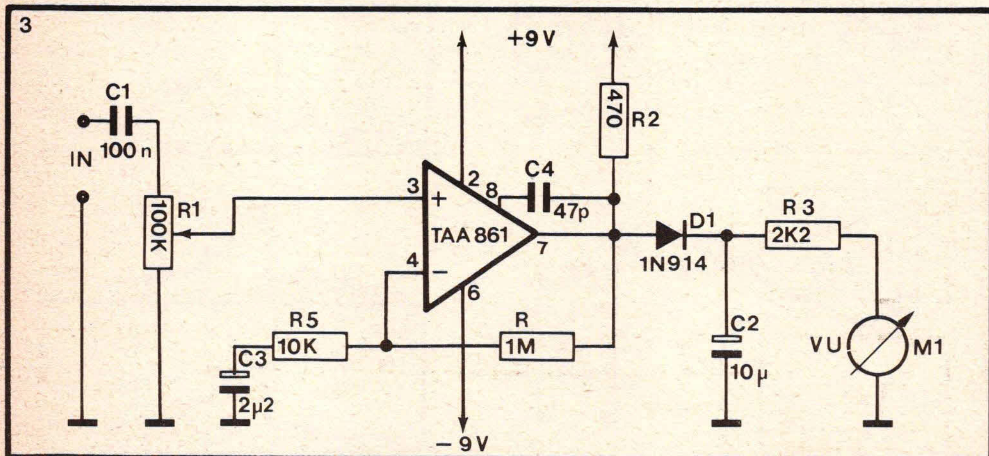


Figuur 2. Vergelijking van een goede en een slechte VU-meter schakeling. De laatste reageert niet op plotse pieken in het geluidssignaal, en daarvoor is zo'n meter nou net bedoeld!

kelijk, dat de uitgangsimpedantie van de versterker zo laag mogelijk is en wel om de volgende reden.
De gelijkrichter is opgebouwd uit een diode en een elko. Deze elko wordt opgeladen uit de door de versterker geleverde spanning. Als de uitgangsweerstand van deze laatste hoog is, dan zal de spanning over de elko niet snel genoeg kunnen reageren op de genoemde pieken in het signaal. De spanning over de kondensator zal asymptotisch stijgen, met als gevolg dat de signaalpiek reeds lang voorbij is, als de kondensator nog volop aan het opladen is.
Een vergelijking van de werking van de gelijkrichter, aangesloten op een versterker met hoge uitgangsweerstand en eentje met lage uitgangsweerstand is voorgesteld in figuur 2.
Uit al deze overwegingen volgt, dat de eenvoudigste schakeling opgebouwd kan worden volgens het schema van figuur 3. De versterker is uitgevoerd met een operationele versterker van het type TAA 861 A, die in het derde nummer reeds uitvoerig belicht is, en in dit nummer gebruikt wordt in het 'Minampje'.
Op deze plaats wordt dus niets gezegd over de werking van de schakeling, daarover vindt u alle gegevens in de genoemde artikelen. Voor de VU-meter kan ieder type gebruikt worden, met een gevoeligheid van 100 à 300 mikro-ampère.
Met de trimpotmeter aan de ingang kan de schakeling op nul deci-bell geijkt worden. Het schemaatje kan op een stukje montaprint opgebouwd worden en gevoed uit twee 9 volt batterijtjes. De vermelde aansluitingen van het IC gelden voor de ronde uitvoering.

4-KANAALS PROBLEMEN

De Heer J. O. te Alkmaar heeft in het januari nummer van 'Avenue' een artikeltje gelezen over een goedkoop sisteempje om door middel van twee ekstra luidsprekers een soort kwadrofonie-effekt te verkrijgen. Hij heeft bange vermoedens dat door het toepassen van die schakeling de aanpassing tussen eindversterker en luidsprekers de mist ingaat, en vraagt naar onze mening.



Figuur 3. Een vrij gekompliceerde schakeling voor zo iets eenvoudigs als een VU-meter, maar wil men de meter ook echt gebruiken voor het kontroleren van eventuele oversturing, dan is dergelijke schakeling echt nodig.

P.B. 441

LEZERSVRAGEN
LEZERSSUGGESTIES
LEZERSIDEEEN

Daar de redaktie van 'Avenue' ons niet tot zijn lezers mag rekenen, was het heel attent van deze lezer, dat hij kopietjes van het betreffende artikel had meegestuurd. In figuur 4 staat het schemaatje uit 'Avenue'.

Heel erg leuk is de 'verklaring', die het blad geeft.

Wij citeren: 'Door aan elk van de twee output terminals van een normale stereo-versterker een toevoerleiding (lead) aan te sluiten, wordt steeds wanneer zich tussen twee kanalen signalen voordoen die 'uit fase' liggen een geluidsstroom (audio current) opgewekt. Wanneer deze leads worden aangesloten op een parallel stel speakers (één rechts achter en één links achter de luisteraar), zullen de vertraagde geluidsweerkaatsingen die tijdens de geluidsopname worden meegepikt uit deze achterste speakers komen.'

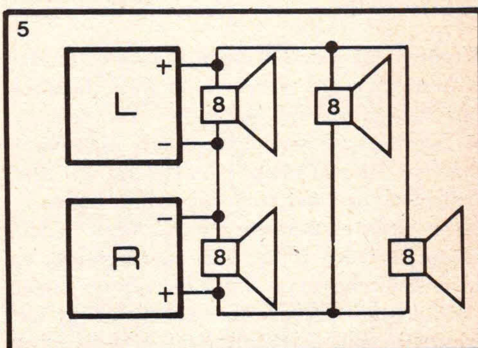
Meer dan de moeite waard om uit het hoofd te leren en onschuldige visites mee te overvallen!

Maar terzake, in figuur 5 is het schema op een meer elektronische manier getekend. De twee ekstra luidsprekers worden dus parallel geschakeld over de signaalvoerende uitgangen (gemerkt met +) van de beide eindversterkers.

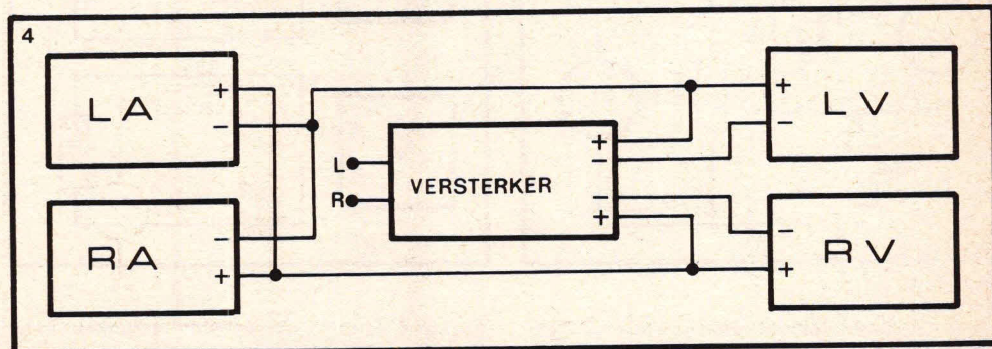
In figuur 6 wordt dit schema stap na stap ontrafeld tot er slecht een luidspreker over een versterker staat. Wij zijn uitgegaan van het niet a-realistische gegeven, dat men bijvoorbeeld een 8 ohm versterker afsluit met 8 ohm luidsprekers en dat men voor de twee ekstra weergevers identieke types zal gebruiken.

Voor de eenvoud zijn we even de invloed van de tweede versterker, die nu ook in het belastingscirkuit van de eerste versterker staat, vergeten.

Uit deze figuur volgt, dat de versterker de kombinatie van vier luidsprekers ervaart als een luidspreker met bijna de halve impedantie.



Figuur 5. De normale tekenwijze van het schema van figuur 4.



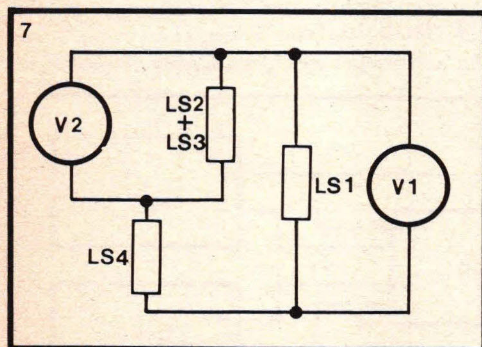
Figuur 4. Volgens 'Avenue' krijgt men een soort kwadro-effekt, als men de 'speakers' op deze manier door middel van 'leads' met de 'output terminals' van een stereo-versterker verbindt.

Hieruit volgt dadelijk, dat de versterker in feite te zwaar belast wordt. Nu is dit in de praktijk minder erg dan men zou denken, tenzij u uw versterker voortdurend zijn maksimum aantal watts laat uitspuwen. Dat zal wel niet, anders was u al lang gelyncht door de buren.

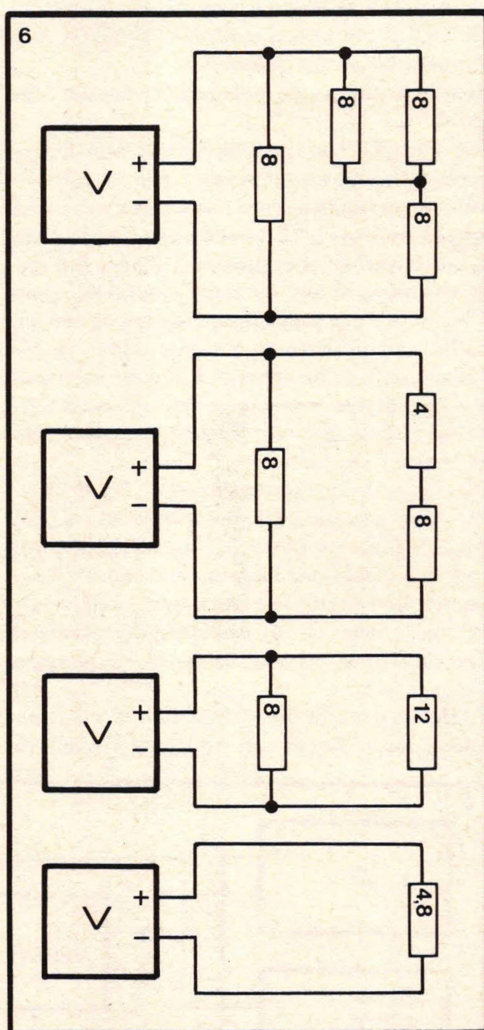
Bij normaal huiskamergebruik heeft iedere luidspreker een flinke vermogensreserve, en door deze schakeling wordt die reserve alleen kleiner, zonder gevaar voor de schakeling. Wel bestaat de mogelijkheid, dat de versterker gaat vervormen bij forse signaalpieken, zoals bassen, omdat dan wel de vermogensreserve te klein is.

In figuur 7 is de invloed van de tweede eindversterker ingekalkuleerd. De versterkers zijn hier voorgesteld door wisselspanningsbronnen. Er kunnen zich twee gevallen voordoen.

De signalen van de twee eindversterkers kunnen gelijk en in fase zijn. Dit doet zich voor bij alle signalen, die eksakt tussen de twee luidsprekers klinken. In dit geval staat er tussen de luidsprekers LS 2 en LS 3 geen spanning, en er vloeit geen stroom door.



Figuur 7. De invloed van het tweede versterkerskanaal op de belasting. De ekstra stroom is afhankelijk van hoe de beide uitgangssignalen zich onderling in fase verhouden.



Figuur 6. Stap na stap worden de luidsprekers, die in serie of parallel staan, vervangen door hun ekwivalenten. Als laatst houdt men een belasting over met bijna de halve impedantie.

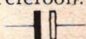
P.B. 441

LEZERSVRAGEN
LEZERSSUGGESTIES
LEZERSIDEEEN

In het tweede uiterste geval zijn de beide signalen even groot, maar in tegenfaze. De spanning tussen de achterste luidsprekers LS 2 en LS 3 is dan zeer groot, en bijgevolg eveneens de stroom die er doorheen loopt. Het beoogde effekt zal dan maksimaal zijn, maar ook de belasting van de eindversterkers is dan zeer groot.
Toch zal, alweer bij normaal gebruik van de geluidsinstallatie, de belasting binnen toelaatbare grenzen blijven.
Technisch gezien, kan deze schakeling dus wel toegepast worden. Of het verhoogde luistergenot in enige relatie staat tot de aanschafprijs van twee ekstra luidsprekers weten we niet, omdat wij geen enkele ervaring hebben met vierkanaalsweergave en ook wel nooit zullen krijgen, want van ons hoeft het niet zo nodig.

OPROEP

Van de Heer J. S. te IJmuiden, die blijkbaar oude radio's verzameld, kregen we een verzoek om een oproep in dit blad te publiceren.
Dit doen we met alle mogelijke plezier, gratis voor niks en ook andere lezers kunnen dergelijke berichtjes op deze plaats kwijt.
'Wie helpt een verzamelaar van oude vooroorlogse radio's aan oude pennenbuizen? Ook andere onderdelen en apparatuur zoals oude plaatspanningsapparaten, gelijkrichters en luidsprekers uit die tijd zijn zeer welkom! Natuurlijk tot enige vergoeding bereid.
J. Stam, Siriusstraat 16 te IJmuiden. Telefoon: 02550-10712.'



Jan Calsbeek — HALFGELEIDERS SHOP

J.M. Calsbeek - Arkenoachstraat 7 - Arnhem - Nederland
Tel.: 085-434796 - Giro: 2235157 - Postbus: 2059

PRIJSLIJST

LINEAIRE IC's

703 TO-99	f 2,95
709 TO-99	f 2,–
709 DIL	f 1,95
711 TO-99	f 5,25
723 TO-99	f 5,20
723 DIL	f 5,75
741 TO-99	f 2,75
741 DIL	f 2,55
747 DIL	f 5,–
1458 MINI	f 4,75
CA 3046	f 6,30
CD 4011 AE	f 3,90
TBA 120	f 2,95
TBA 120 S	f 3,20
301 A TO-99	f 5,95
75150	f 7,25
TAA 861	f 2,95
TAA 141	f 3,75
75150	f 7,25

LED's

5 m/m	f 1,–
2201	f 5,–
2501	f 4,50
LDR 03	f 2,75
RPY 58	f 1,65

7 SEGMENT 5 V

DA 1300	f 9,75
met print en konnektor	f 15,75
LID 707	f 11,–
HP 5082-7730	f 9,75
HP 7750 12mm	f 13,50

BRUGGELIJK-RICHTERS

B 40 C 2200	f 2,65
B 40 C 5000	f 5,65
B 80 C 3200	f 3,75
B 250 C 3200	f 5,65

SPAN.REGELAAR

LM 309 5V 1A	f 10,75

TRIAC's

6 A 400 V	f 6,–
10 A 400 V	f 9,–

UJT

2N 2646	f 3,90
MU 10	f 2,50

FET's

E 300	f 2,90
E 310	f 3,25
BF 245	f 2,05
2N 3819	f 1,95
2N 3820 P-kan.	f 4,95

MOS FET

BF 350	f 3,90

GER.DIODEN

AA 117	f 0,25
AAZ 16	f 0,50
AAZ 17	f 0,50
OA 91	f 0,25
OA 126	f 0,30
1N 60	f 0,35

SIL.DIODEN

1N 914	f 0,19
1N 4003	f 0,40
1N 4004	f 0,45
1N 4005	f 0,50
1N 4007	f 0,55
6 A 400 V	f 2,75

ZENER.DIODEN

3 V - 5,1 V	f 0,98
5,6 V - 18 V	f 0,89
20 V - 33 V	f 0,98
1,2 W 3,9-5,6-6,8-7,5-9,1-12-15-16-18-24	f 1,45

THYRISTOREN

1/3 A 25 V	f 1,75
1/3 A 400 V	f 2,40
3/5 A 400 V	f 3,75
6 A 400 V	f 5,50
8 A 25 V	f 2,75
8 A TO3 200V	f 4,50
8 A TO3 400 V	f 6,50
25 A 600 V	f 10,50

IC KONTAKTEN

100 kont.	f 4,–

TTL IC's

7400	f 1,10
7401	f 1,10
7402	f 1,10
7403	f 1,10
7404	f 1,10
7405	f 1,10
7408	f 1,25
7410	f 1,10
7413	f 2,20
7420	f 1,10
7425	f 1,35
7426	f 1,35
7430	f 1,10
7440	f 1,10
7442	f 4,40
7447	f 6,85
7448	f 7,95
7450	f 1,10
7453	f 1,10
7451	f 1,10
7454	f 1,10
7560	f 1,10
7470	f 2,60
7472	f 1,90
7473	f 2,20
7474	f 1,90
7475	f 4,–
7476	f 2,20
7480	f 4,10
7482	f 6,25
7490	f 3,80
7491	f 3,80
7492	f 3,80
7493	f 3,80
7595	f 4,80
74121	f 3,90
74122	f 3,90
74123	f 6,75
74141	f 4,40
74154	f 7,95
74164	f 9,45
74190	f 9,65
74191	f 9,65
74192	f 9,65
74193	f 9,65

TRANSISTOREN

AC 125	f 0,98
AC 126	f 0,98
AC 127	f 0,98
AC 128	f 0,98
AC 127/132	f 1,90
AC 130	f 1,10
AC 151	f 0,98
AC 187/188K	f 2,98
AD 148	f 2,10
AD 149	f 2,65
AD 161/162	f 4,–
AF 106	f 2,25
AF 121	f 2,10
AF 124	f 1,90
AF 125	f 1,45
AF 127	f 1,25
AF 139	f 2,25
AF 202 S	f 2,10
AF 239	f 2,25
AF 240	f 2,40
ASY 26	f 1,35
ASY 27	f 1,35
BC 107	f 0,80
plastik	f 0,60
BC 108	f 0,75
plastik	f 0,55
BC 109	f 0,80
plastik	f 0,60
BC 130	f 1,25
BC 140	f 1,65
BC 147	f 0,60
BC 148	f 0,55
BC 158	f 0,60
BC 160	f 1,65
BC 171	f 0,65
BC 177	f 0,90
plastik	f 0,65
BC 178	f 0,85
plastik	f 0,60
BD 130 Y	f 2,25
BD 137/138	f 5,90
BD 140	f 3,90
BD 241	f 2,90
BD 242	f 2,90
BD 241 A	f 3,20
BD 242 A	f 3,20
BD 466/477	f 5,65
BF 115	f 3,90
BF 167	f 1,90
BF 173	f 1,90
BF 179	f 3,50
BF 184	f 1,75
BF 185	f 1,85
BF 194	f 1,75
BF 195	f 1,85
BF 254	f 1,35
BU 108/ 2SC 1413	f 17.50
BU 111	f 7,95
BU 126	f 13,50
BU 208	f 19,50
TIP 31	f 3,90
TIP 32	f 3,90
40411	f 13,–
2N 706	f 1,20
2N 708	f 1,15
2N 709	f 1,45
2N 1613	f 0,89
2N 1711	f 0,89
2N 1893	f 2,75
2N 2218	f 0,90
2N 2219 A	f 0,95
2N 2904 A	f 0,75
2N 2905 A	f 1,25
2N 2646 UJT	f 3,90
2N 3053	f 1,50
2N 3054	f 2,95
2N 3055	f 2,95
2N 3055 100 V	f 3,50
2N 3056	f 1,50
2N 3375	f 19,75
2N 3632	f 23,75
2N 3553	f 8,98
2N 3702	f 0,75
2N 3704	f 0,75
2N 3707	f 0,75
2N 4906	f 14,–
MJE 340	f 4,95
ISL zet TO-3	f 0,35
TUP	f 0,45
TUN	f 0,40
DUS	f 0,11
DUG	f 0,11
BB 106 p.p. 3 st.	f 11,90

Prijzen zijn inkl. BTW. Prijzen voor grotere aantallen op aanvraag.
Andere typen voor industrieën, scholen en instituten op aanvraag.
Deze componenten zijn natuurlijk eerste kwaliteit.
Minimum postorders f 15,— - onder rembours f 4,50 - per vooruitbetaling f 0,85.

In principe zijn de eenvoudige schakelingen, die in dit tijdschrift worden besproken, steeds opgebouwd uit een aantal basis-eenheden, die telkens op een andere manier aan elkaar geknoopt worden. Alles bij elkaar zijn er niet meer dan ongeveer tien van deze elektronische bouwstenen. De meeste, zoals een versterkertrap, een emittervolger, een relaisstuurkring, een a-stabiele multivibrator, een bi-stabiele multi, een komparator, een schmitt-trigger, een teller, enzoverder, zijn reeds in 'PE' beschreven in een of andere praktische toepassing. In principe zou het dus mogelijk zijn om tien kleine printjes te publiceren, en die dan steeds te kombineren. Dit idee is natuurlijk alles behalve nieuw: de volledige digitale techniek, met zijn talrijke geïntegreerde schakelingen, die ieder een bepaalde funktie vervullen, steunt op deze werkwijze. In de H.U.L.P., de Handige, Universele en Leerzame Print, wordt eveneens van dit idee gebruik gemaakt, zij het op een wat beperktere schaal. Op deze print zijn drie basisschakelingen gehuisvest. Verder is plaats voorbehouden voor enige ekstra onderdelen. De bedoeling is nu, dat door het insolderen van telkens andere ekstra onderdelen, deze print bruikbaar wordt gemaakt voor het verrichten van nuttige arbeid. In dit nummer wordt de eerste toepassing beschreven: de H.U.L.P. als trappenhuisautomaat, u weet wel, zo'n apparaatje dat door middel van een druk op een knop de verlichting inschakelt en deze een bepaalde, instelbare tijd laat branden. In volgende nummers van dit tijdschrift komen de andere praktische toepassingen aan de orde: een eenvoudige tijdschakelaar, een schemerlicht-schakelaar, een termostaat, een vermogensknipperlicht, een metronoom. Waarschijnlijk kunnen nog meer toepassingen bedacht worden. Uiteraard zijn ideeën en suggesties van lezers zeer welkom, en bruikbare schakelingen zullen zeker niet onbeloond blijven.

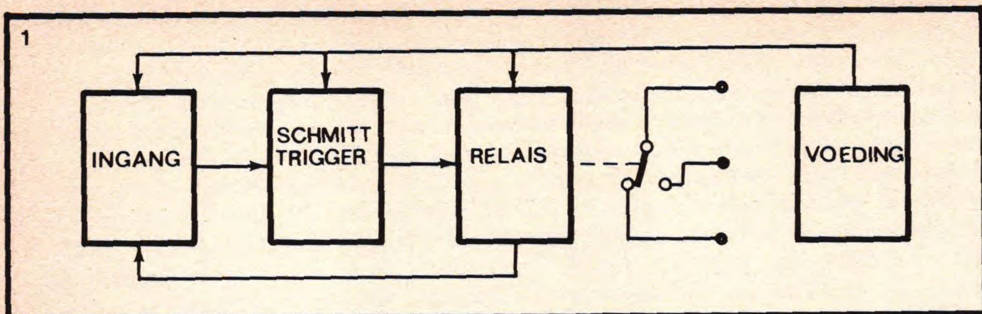
de h.u.l.p.

HET BLOKSCHEMA

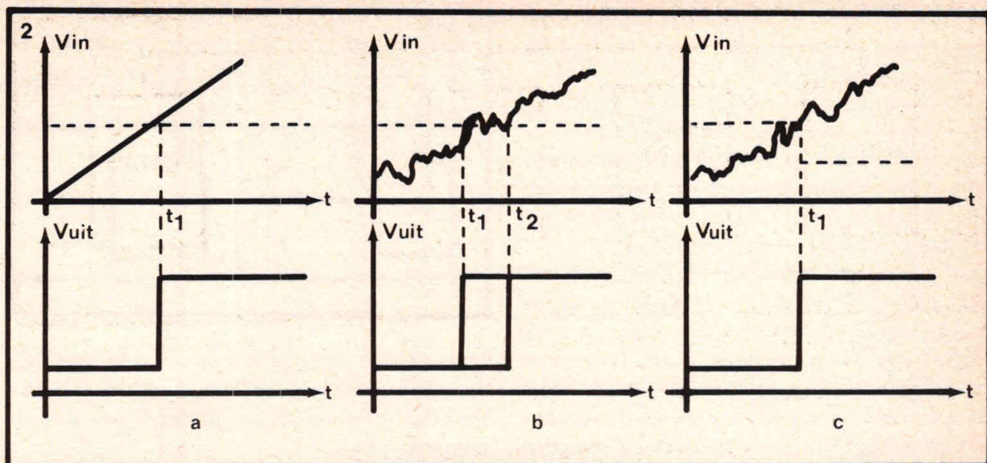
In figuur 1 is het blokschema van de H.U.L.P. getekend.
Het hart van de schakeling is een zogenaamde schmitt-trigger, een schakeling die nog niet in dit tijdschrift geparadeerd heeft en die bijgevolg in de volgende paragraaf langdurig onder de schijnwerpers wordt gezet.
Kort gezegd zal de schmitt-trigger een uitgangssignaal leveren, als de spanning op de ingang een bepaalde waarde overschrijdt.
De uitgang stuurt een relais-driver, en de kontakten van het dienstdoende relais kunnen gebruikt worden om de geclaimde universele bruikbaarheid van de H.U.L.P. waar te maken.
De ingang van de schmitt-trigger wordt geleverd door een ingangsschakeling, en in deze schakeling, nooit meer dan enige weerstanden, kondensatoren en een eenzame diode, schuilt de universaliteit van dit ontwerp. Bij iedere toepassing hoort een andere ingangskombinatie.
Een eenvoudige netvoeding maakt de schakeling geschikt voor kontinu gebruik.

DE SCHMITT-TRIGGER

De zeldzame lezer die het voorgaande gelezen heeft en bovendien het volledige derde nummer doorgeworsteld heeft, zal een bekende zin zijn tegengekomen. Inderdaad is in het derde nummer, bij de bespreking van de 'wis-automaat', ook een schakeling gebruikt, die een spanning levert, als de ingangs-spanning een bepaalde waarde overschrijdt.
Dit was de komparator, in de 'wis-auto-maat' uitgevoerd met een geïntegreerde operationele versterker.
Uiteraard rijst dadelijk de vraag, wat dan wel



Figuur 1. Een poging tot schakeling-standaardisatie: met dit eenvoudige sisteem kunnen de meest uiteenlopende apparaatjes gebouwd worden.



Figuur 2. Met deze drie voorbeelden wordt aangetoond, dat het hysteresischverschijnsel van een schmitt-trigger geen overbodig grapje is, maar bittere noodzaak.

het verschil wezen kan tussen die komparator en de nu ten tonele gevoerde schmitt-trigger. Welnu, deze nieuweling is een eenvoudiger uitvoering van de komparator.

De komparator kan een spanning vergelijken met een volledig kontinu regelbaar niveau, bijvoorbeeld in te stellen met een spanningsdeler of een potmeter. De schmitt-trigger vergelijkt een spanning met een in de schakeling ingebouwd niveau. Dit referentieniveau is konstant, en wordt door het ontwerp van de schakeling bepaald.

De schmitt-trigger heeft wel een zeer belangrijk voordeel. Dit wordt verduidelijkt aan de hand van figuur 2. In de bovenste grafieken ziet u het verloop van de spanning, die aan de schmitt-trigger wordt aangeboden. In stippellijn is steeds de ingebouwde referentie weergegeven. De onderste grafieken geven de reaktie van de uitgang van de schakeling op de gebeurtenissen op de ingang weer.

In figuur 2a is een ideaal geval geschetst. De ingangsspanning stijgt met haastige spoed van nul naar een positieve waarde. Op tijdstip t 1 wordt deze spanning gelijk aan de referentie, en als gevolg klapt de uitgang om. Niets aan de hand, dus.

Het kan echter ook anders. Neem bijvoorbeeld het geval van figuur 2b. Hier peinst de ingangsspanning er nog niet over om pijlsnel te stijgen, zij doet het gezapig aan en bovendien is er allerlei gespuis, zoals brom en ruis, op gesuperponeerd. Dit is geen teoretisch geval. Denkt u aan bijvoorbeeld een LDR (licht afhankelijke weerstand), die de variaties in het daglicht omzet in een zeer langzaam variërende elektrische spanning.

Wat gebeurt er nu, als deze traag en rimpelig stijgende ingangsspanning ongeveer gelijk wordt aan het referentie-niveau? In figuur 3a is dat deel van de grafiek van figuur 2 uitvergroot.

Men stelt vast, dat de ingangsspanning de referentie overschrijdt, zodat de schmitt-trigger reageert en een uitgangspuls levert. Even later echter, kan de ingangsspanning alweer kleiner zijn, en de uitgang schakelt terug naar rust. Dit kan zich vele malen achter elkaar herhalen, afhankelijk van de snelheid, waarmee de ingangsspanning stijgt en van de grootte van de brom en ruis.

Dit is uiteraard een waardeloze situatie: stel dat de schakeling een lamp moet inschakelen, als de avondschemering invalt. Door het pokdalig uiterlijk van de ingangsspanning zal de lamp misschien wel een kwartier lang onregelmatig knipperen, vooraleer zij definitief gaat branden.

Gelukkig heeft de schmitt-trigger een gratis ingebouwde remedie tegen dergelijke treurnis. Dit is het zogenaamde hysteresisch verschijnsel.

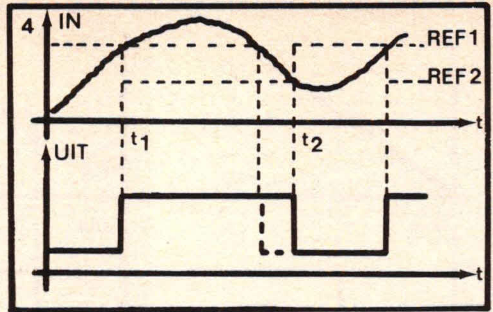
In figuur 2c wordt dit verduidelijkt.

Alweer wordt dezelfde aarzelende spanning aan de schakeling gelegd. Het hysteresisch verschijnsel zorgt ervoor, dat het referentie-

niveau een flink eind daalt, op het ogenblik dat de ingangsspanning voor de eerste keer groter wordt dan de referentie.
Uit de vergroting van figuur 3b volgt duidelijk, dat de uitgang van de schmitt-trigger geen enkele moeite heeft met het detekteren van de ingang. De schakeling klapt om en de ingang moet al rare sprongen maken, wil dit omklappen niet duidelijk en eenmalig gebeuren!
Dit hysteresisch verschijnsel heeft wel een klein nadeel, verduidelijkt in figuur 4. Als de ingangsspanning weer daalt, dan zal de schmitt-trigger op een lager niveau terug naar rust schakelen. De werking is dus niet volledig symmetrisch. Als men bijvoorbeeld de schakeling gebruikt voor het inschakelen van een lamp bij invallende duisternis (zogenaamde schemerschakelaar), dan zal de lamp 's ochtends bij een ander lichtniveau uitschakelen dan waarbij hij de avond daarvoor inschakelde. Deze hysteresisch is echter zó klein, dat geen mens daarover zal zeuren.

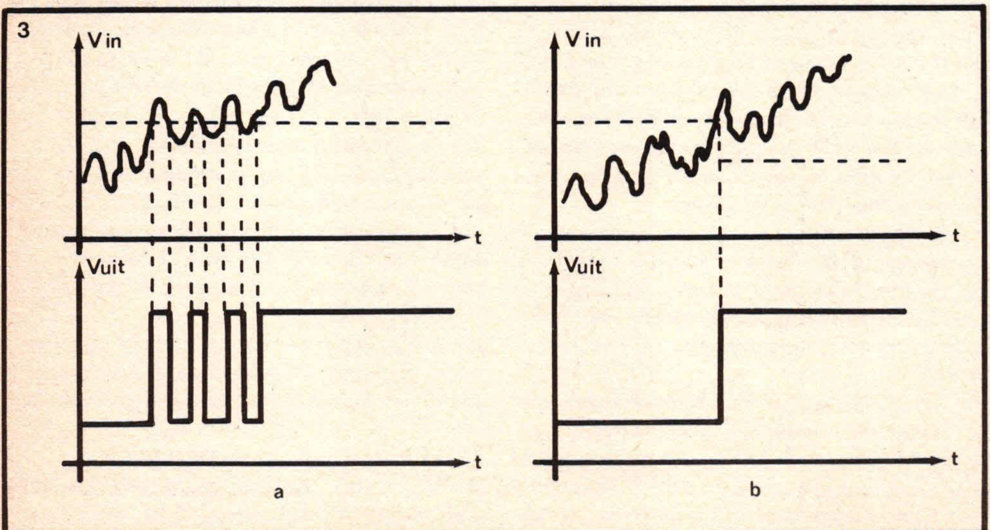
ELEKTRONISCHE VERTALING

In figuur 5 is principieel weergegeven, hoe een schmitt-trigger met ingebouwde hysteresisch werkt. Bij de verklaring wordt verwezen naar de grafiek van figuur 4.
In rust staat de schakelaar in de getekende stand. De spanningsdeler R 1 - R 2 levert een bepaalde spanning, de eerste referentie, aan de komparator. Op tijdstip t 1 overschrijdt de ingangsspanning deze referentie. De komparator klapt om en de schakelaar S wordt met weerstand R 3 verbonden. Deze weerstand is enigszins groter dan R 2. Het gevolg is, dat de spanning over weerstand R 1 daalt. Deze nieuwe spanning is de tweede referentie.
Uit dit verhaaltje blijkt zonneklaar, dat men niet alleen de grootte van de eerste referentie, maar ook de hysteresisch (dus het verschil

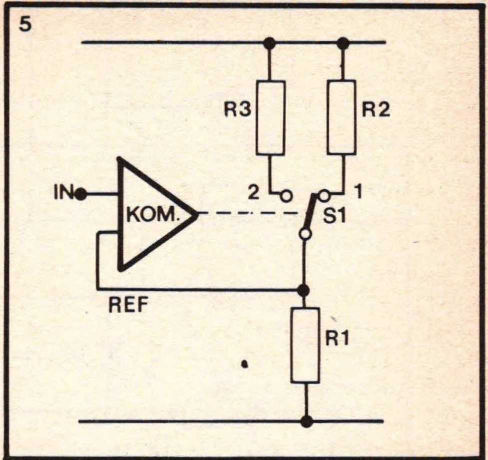


Figuur 4. Het enige nadeel van de hysteresisch: Het niveau, waarbij omgeschakeld wordt is afhankelijk van het stijgen of dalen van de ingangsspanning.

Figuur 3. Uitvergroting van de grafieken uit figuur 2. Duidelijk is te zien, dat zonder hysteresisch er heel gekke dingen kunnen gebeuren.



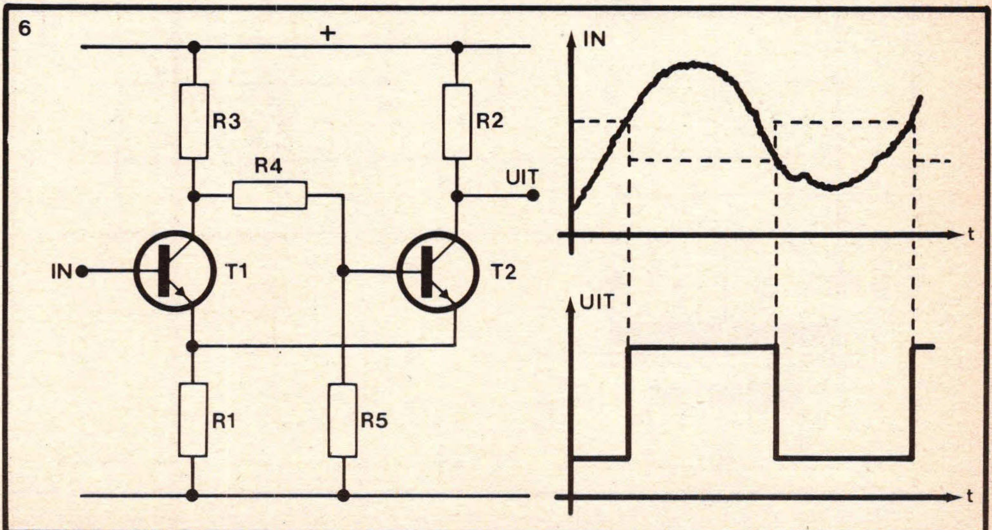
tussen beide referenties) kan vastleggen op de gewenste waarde, door een aangepaste keuze van beide weerstanden.
De elektronische vertaling van figuur 5 vindt u in de daaropvolgende tekening.
De drie weerstanden uit figuur 5 kan men probleemloos terugvinden. De schakelaar is vervangen door twee transistoren, waarvan de emitters met weerstand R 1 verbonden zijn. Het omschakelen van de schakelaar S in figuur 5 wordt verwezenlijkt door ofwel transistor T 2 te laten geleiden, ofwel T 1. De overige drie weerstanden verzorgen dit schakelgedoe.
Stel, dat de ingangsspanning nul volt is.
Transistor T 1 is dan natuurlijk gesperd en als gevolg staat de volledige voedingsspanning ter beschikking op de kollektor van deze halfgeleider.
Door middel van de spanningsdeler R 4 - R 5 wordt er een flinke stroom in de basis van de tweede transistor gestuurd. Gevolg is, dat deze halfgeleider volledig geleidt. Tussen kollektor en emitter staat een zeer kleine restspanning. Deze situatie komt overeen met de schakelaar S uit figuur 5 in stand 1.
De spanning op de emitters wordt bepaald door de spanningsdeler R 1 - R 2, en is gelijk een V ref-1.

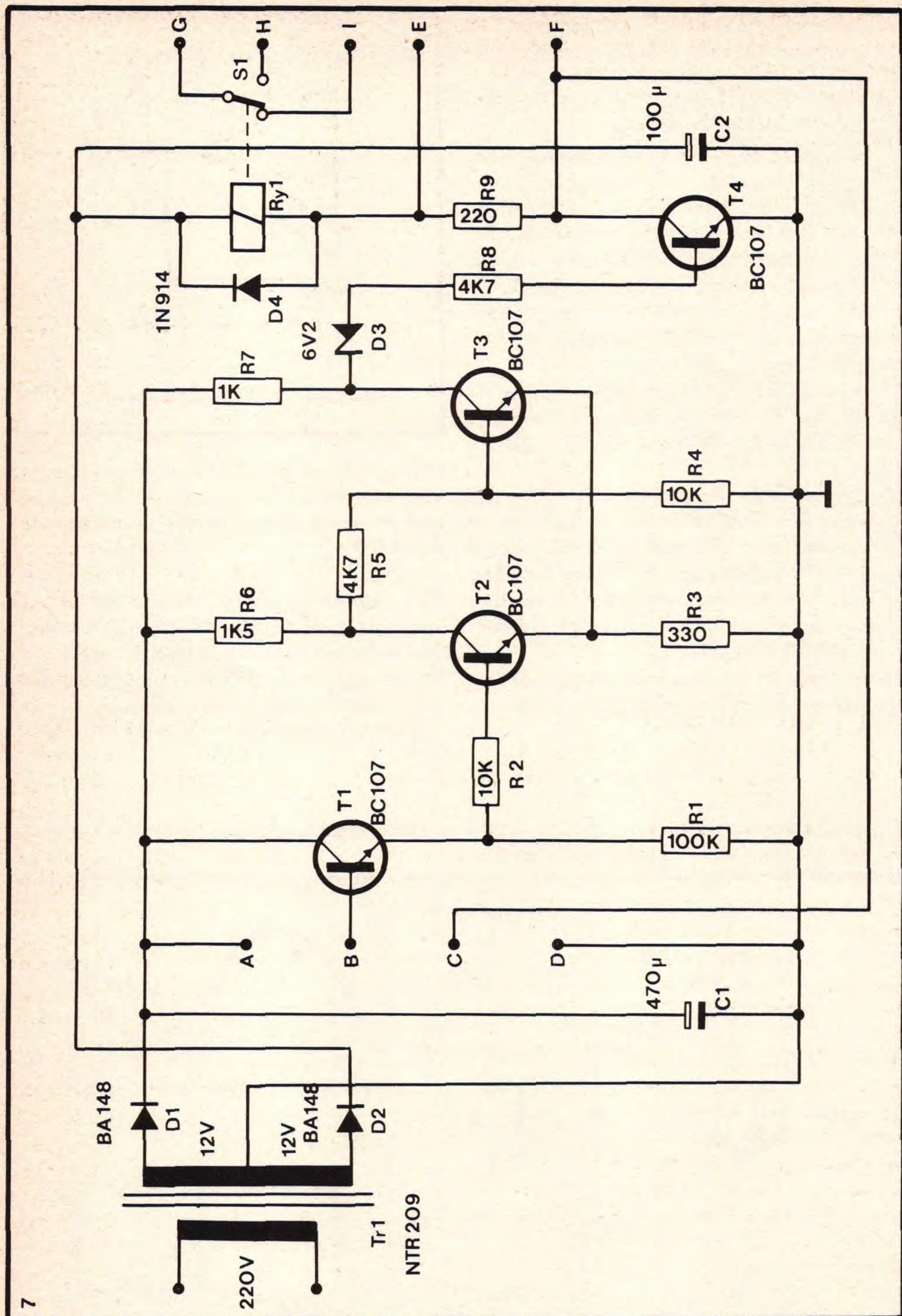


Figuur 5. Vereenvoudigd schema van de werking van een schmitt-trigger. De werking berust op de ongelijkheid van de weerstanden R 2 en R 3.

Stel, dat de ingangsspanning stijgt. Als de spanning op de ingang 0,7 volt positiever wordt dan deze referentie, dan begint T 1 te geleiden. De spanning op de kollektor daalt, de basis van de tweede halfgeleider ontvangt minder stroom en T 2 begint te sperren. De stroom

Figuur 6. De vol-elektronische vertaling van het schakelschema van figuur 5. De twee transistoren vormen een elektronische wisselschakelaar.





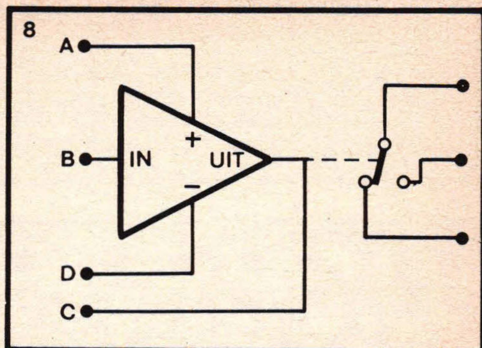
Figuur 7. Basis-schema van de H.U.L.P. De punten A, B, C en D worden met de variërende ingangsschakeling verbonden.

door de keten R 2 - T 2 - R 1 daalt, met als gevolg een afname van de referentiespanning over weerstand R 1. Maar hierdoor wordt het spanningsverschil tussen basis en emitter van T 1 groter. Deze halfgeleider trekt meer stroom, met als gevolg nog minder sturing voor T 2.

Men krijgt dus als het ware een sneeuwbal-effekt, waardoor T 1 zeer snel volledig gaat geleiden en T 2 even snel gaat sperren. De spanning over de emitter-weerstand wordt nu bepaald door de spanningsdeler R 3 - R 1 (vergelijk figuur 5) en de referentie daalt tot V ref-2. De schmitt-trigger is omgeklapt.

Als de ingangsspanning daalt, dan speelt zich dit hele theater in de omgekeerde volgorde af.

Een belangrijke opmerking: tot nu toe hebben we steeds gezegd, dat de uitgangsspanning van een schakelende transistor omklapt van massa naar de voedingsspanning of vica versa. Bij de schmitt-trigger is dit niet zo. De laagste waarde van de uitgangsspanning wordt bepaald door de grootte van de eerste referentiespanning. Dit is vervelend, maar kan eenvoudig verholpen worden, maar daarover meer in de volgende paragraaf.



Figuur 8. Het blokschema van de H.U.L.P., zoals dit bij het bespreken van de toepassingen steeds zal worden gebruikt.

HET VOLLEDIGE SCHEMA

In figuur 7 staat de H.U.L.P. in volle glorie.

De schmitt-trigger is opgebouwd rond de transistoren T 2 en T 3.

De ingang van de H.U.L.P. gaat niet rechtstreeks naar deze schakeling, maar via een zogenaamde emittervolger T 1. Deze trap heeft de eigenschap dat de ingangsweerstand op de basis zeer hoog is en de uitgangsweerstand op de emitter zeer laag. Verder volgt de emitterspanning getrouw de basisspanning, maar wel met een konstant spanningsverschil van 0,7 volt.

Deze schakeling is dus in feite een eenvoudigere versie van de in het derde nummer besproken spanningsvolger met een operationele versterker (zie de 'Spanningsloep').

De uitgang van de schmitt-trigger stuurt een schakeltransistor T 4. In de kollektor staat het relais Ry 1. De zenerdiode van 6,2 volt in de basistoevoer zorgt ervoor, dat de vierde transistor niet kan geleiden als de uitgang van de schmitt-trigger op zijn lage niveau is. Zoals men weet gaat een zenerdiode doorslaan, als de spanning die erover staat gelijk wordt aan de zenerspanning. Dit gebeurt bij het omschakelen van de uitgang van de schmitt-trigger.

De weerstand R 9 begrenst de stroom door het gebruikte 4,5 volt relais (zie afzonderlijk artikeltje) op een veilige waarde. De kollektorspanning van T 4 wordt teruggekoppeld naar de ingangsklem C en wordt bij sommige toepassingen gebruikt.

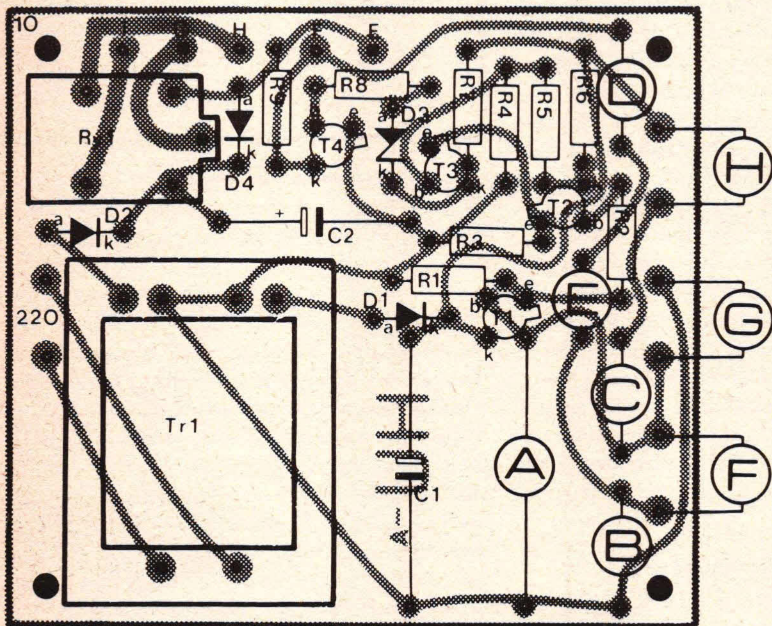
De voeding is zo eenvoudig mogelijk. De twee in serie geschakelde trafo-wikkelingen worden ieder door middel van één diode enkelfazig gelijkgericht.

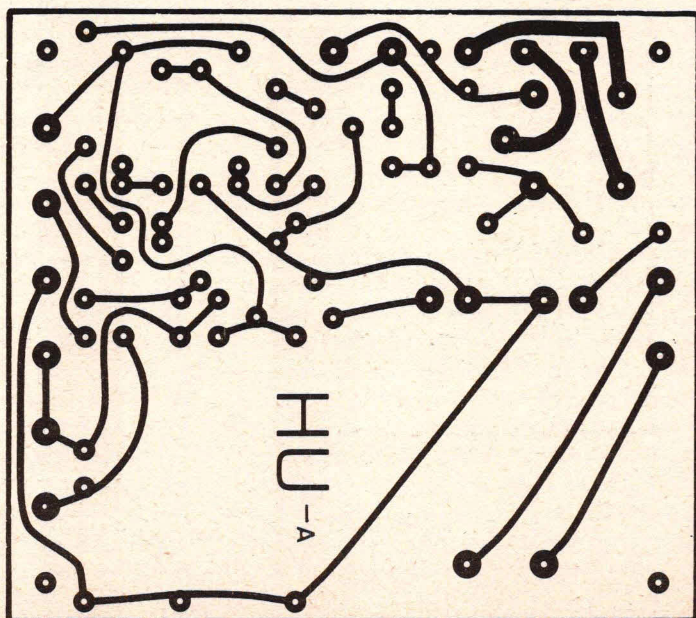
De elko's C 1 en C 2 zorgen voor de respektievelijke afvlakkingen. De reden van deze afzonderlijke voeding van schmitt-trigger en relaistrap is, dat door het inschakelen van het relais de belasting van de voeding flink toeneemt, waardoor de spanning over de afvlakelko flink daalt. Als de volledige schakeling uit één voeding gevoed zou worden, dan zou de goede werking van de ingangsschakeling wel eens in gevaar kunnen komen.

Tussen de punten A, B, C en D wordt de ingangsschakeling gezet, afhankelijk van de taak van de H.U.L.P.

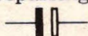
In de toepassingen wordt uiteraard niet steeds het volledige schema getekend. Het besproken schakelgedeelte zal voorgesteld worden door het simbool van figuur 8. Men moet in gedachten houden, dat het terugkoppelpunt C laag wordt, als de ingangsspanning op B groter wordt dan het referentieniveau van de schmitt-trigger.

TOTALE BOUWPRIJS: FL 32





DE BOUW

In de figuren 9 en 10 vindt men alle informatie, nodig voor de nabouw van de schakeling.
Over deze bouw valt eigenlijk niets te zeggen: de figuren en de grote foto spreken boekdelen. In figuur 10 zijn acht onderdelen niet ingetekend, maar vervangen door een omcirkelde letter. Dit zijn de onderdelen van de ingangsschakeling, en die worden bij iedere toepassing afzonderlijk besproken. 

WEERSTANDEN:
R 1=100 kohm, 1/4 watt
R 2= 10 kohm, 1/4 watt
R 3=330 ohm, 1/4 watt
R 4= 10 kohm, 1/4 watt
R 5= 4,7 kohm, 1/4 watt
R 6= 1,5 kohm, 1/4 watt
R 7= 1 kohm, 1/4 watt
R 8= 4,7 kohm, 1/4 watt
R 9=220 ohm, 1/4 watt

KONDENSATOREN:
C 1=470 uF, 25 V elko, aksiaal
C 2=100 uF, 25 V elko, aksiaal

HALFGELEIDERS:
T 1=BC 107 A
T 2=BC 107 A
T 3=BC 107 A
T 4=BC 107 A
D 1=BA 148
D 2=BA 148
D 3=6,2 V zener, 1/4 watt
D 4=1 N 914

DIVERSEN:
T 1=NTR 209 printtrafo
(2 x 12 V, 150 mA)
Ry 1=4,5 V Hosiden printrelais
(1 x omschakelaar)

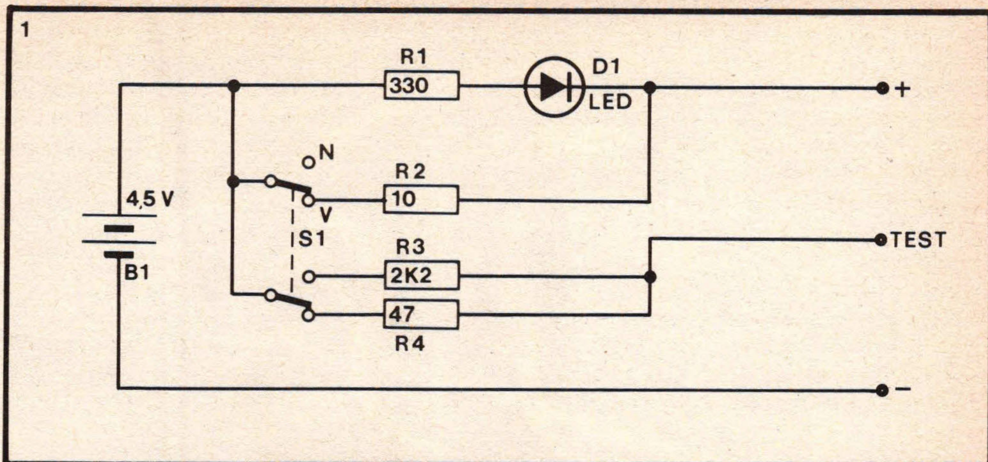
Wat doe je, als je het lichtorgelmoduul uit het tweede nummer van 'Populaire Electronica' wil nabouwen, maar de onderdelenhandelaar levert andere trafo's en tyristoren dan die in het tijdschrift opgegeven, uiteraard zonder dat de aansluitingen van deze onderdelen bekend zijn? Je schrijft natuurlijk een briefje aan de redaktie, en na min of meer lange tijd komt er antwoord, dat de redaktie vanop afstand ook niet kan bepalen hoe de gekochte onderdelen aangesloten moeten worden. Kortom, frustaties t' allenkante en vandaar dat we een zeer eenvoudig apparaatje gebouwd hebben, de 'PE-Testy', dat als plaatsvervanger van een universeelmeter kan optreden, maar bovendien meer pijlen op de boog heeft dan zelfs de meest luksueuze multimeter. De 'Testy' kan niet alleen de aansluitingen van relais, trafo's, diodes opsporen (dat kan een multi-meter ook), maar kan bovendien de werking en de aansluitkode van NPN-transistoren, tyristoren en triacs bepalen en dat is met een universeelmeter niet zo eenvoudig. Toch bevat de 'Testy' slechts vier weerstanden, een LED (licht emitterende diode) en een omschakelaar. De bouw is dus belachelijk eenvoudig en vandaar dat wat meer aandacht besteed wordt aan de toepassingen en het gebruik van het apparaatje.

PE-TESTY



HET SCHEMA

Het schemaatje is in figuur 1 voorgesteld.
De 'Testy' is opgebouwd uit twee zeer eenvoudige kringen. De negatieve aansluiting van de batterij gaat linea recta naar de min-aansluiting van de tester.
De positieve klem van de batterij gaat via de serieschakeling van weerstand R 1 en de diode D 1, de LED, naar de plus-uitgang. Bovendien wordt deze positieve batterij-aansluiting via de weerstand R 3 met een test-klem verbonden.
Door van de stand 'normaal' om te schakelen op de stand 'vermogen', worden de weerstanden in de keten niet onaanzienlijk verkleind. Deze schakelaarstand wordt gebruikt voor het testen van vermogenstransistoren en tyristoren en triacs.
Wat is nu de bedoeling?
Als men de positieve en de negatieve klem doorverbindt, of er een kleine weerstand tussenschakelt, dan zal er een stroom vloeien door de weerstand R 1 en de LED. Deze laatste licht op. Op deze wel zeer eenvoudige manier kan men allerlei laagohmige onderdelen, zoals transformatoren en relais doormeten en de aansluitingen van de primaire en sekundaire wikkelingen, of de kontaktbezetting van het relais bepalen.
Door middel van de 'test' kan men een stroom sturen in de basis van een transistor of de gate van een tyristor en onderzoeken door middel van de oplichtende LED of het onderdeel niet alleen met lichaam, maar ook met ziel aanwezig is.



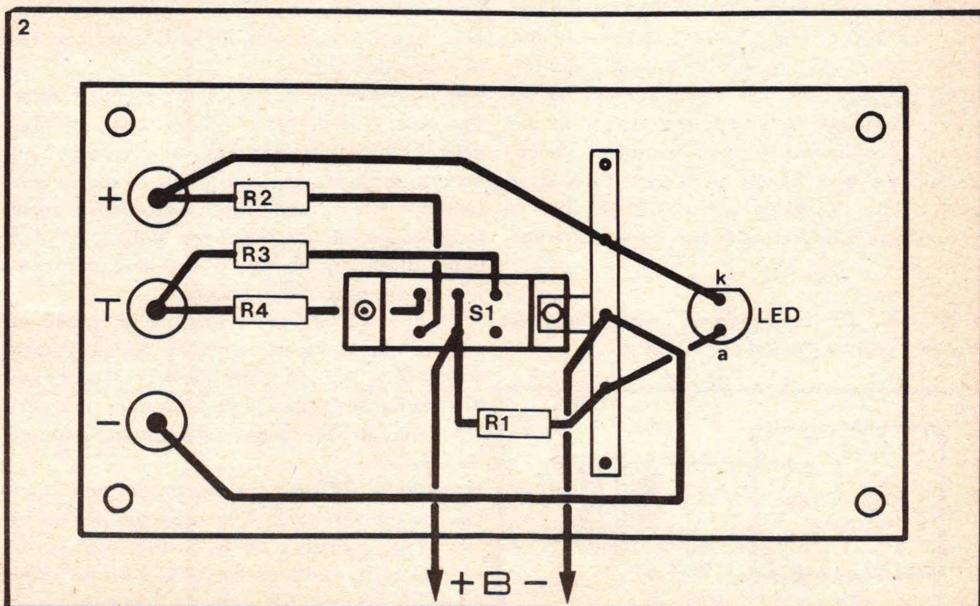
Daar een tyristor of een triac een vrij grote stroom in zijn gate wil voelen vloeien, alvorens hij opent, moet men in dit geval omschakelen op de stand 'vermogen'. Bovendien blijft zo'n halfgeleiderschakelaar slechts geopend, als de stroom door de diode groter is dan de zogenaamde houdstroom. Deze stroom is bij de meeste eksemplaren groter dan de stroom, die door de weestand R 1 en de LED vloeit. Vandaar dat in dit geval de weerstand R 2 parallel over de eerdergenoemde komponenten wordt geschakeld.

Figuur 1. Het volledige schema van de 'Testy': 4 weerstanden en een LED. Wie zei daar, dat 'PE' te ingewikkelde schakelingen publiceert?

DE BOUW

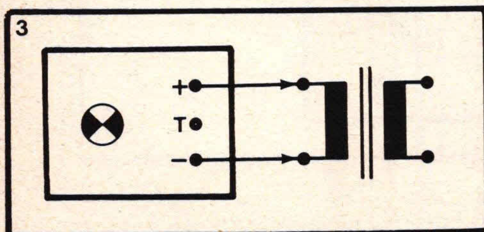
Het apparaatje kan zeer eenvoudig in een Teko P-2 kastje worden ingebouwd. Figuur 2 en de grote foto spreken, wat dat betreft, duidelijke

Figuur 2. Met behulp van een draadsteuntje kunnen de onderdelen rechtstreeks op het frontplaatje gesoldeerd worden.



taal. In het frontplaatje komen de nodige gaten voor de schakelaar, een schuifmodel, de drie stekkerbusjes, en de LED.
Tussen haakjes: wij vervangen het aluminium frontplaatje steeds door een even groot stukje epoxy printplaat. Dit materiaal is veel gemakkelijker te bewerken, zeker voor het uitvijlen van het rechthoekige gat voor de schakelaar. In de dump worden kleine plaatjes 1,6 mm epoxy, overschotten van de printfabrikanten, bijna weggegeven. Ook kleine kastjes, waarin geen zware onderdelen komen, kunnen uit aan elkaar gesoldeerde stukken printplaat samengesteld worden. Zagen hoeft niet, flink langs beide zijden inkrassen met een Stanley-mes en voorzichtig afbreken. Kaarsrecht is het resultaat!

Figuur 3. De eenvoudigste toepassing: het doormeten van laag-ohmige onderdelen.



Het kastje, waarin de in dit nummer geteste Philips toongenerator is gebouwd, is van dergelijke konstruktie.
Onder een van de moeren, waarmee de schakelaar wordt vastgeschroefd, wordt een vijfdelig draadsteuntje bevestigd. Nadien kunnen alle onderdelen tussen stekkerbusjes, schakelaar en draadsteuntje gesoldeerd worden.
De afgeplatte zijde van de LED komt overeen met de katode.
Ook bij het solderen een tip. De metalen massa van de soldeerbusjes is zó groot, dat men het geheel tamelijk langdurig moet opwarmen, alvorens men een goede las kan maken. Ondertussen is het termoplastisch isoleerbusje reeds lang weggesmolten, zodat het stekkerbusje er gaat uitzien, alsof het reeds een lang en turbulent leven achter de rug heeft.
Remedie: schroef eerst het plastik busje af, soldeer dan een soldeerlipje in het gat van de stekkerbus. Als alles afgekoeld is, dan het geheel in het frontplaatje monteren en de weerstanden of draden in het oogje van het soldeerlipje solderen.
Daar de 'Testy' zeer weinig stroom verbruikt, bovendien uiteraard alleen als men het kastje werkelijk gebruikt, heeft de ingebouwde 4,5 volt batterij een zeer lange levensduur. Men kan dus zonder bezwaar de aansluitdraden

rechtstreeks aan de batterijlippen solderen. Bij het in elkaar schroeven wordt een stuk schuimrubber tussen batterij en frontplaat gedrukt. De batterij wordt hierdoor op de bodem van de kast geklemd en kan niet rammelen of kortsluitingen veroorzaken.
Het praktische gebruik van de 'Testy' wordt zeer veraangenaamd, als men drie snoertjes maakt, met aan de ene kant banaanstekkers en aan de andere kant krokodilklemmen.
Als men de positieve en negatieve klem verbindt, dan moet de LED gaan branden. De 'Testy' is nu gebruiksklaar en zal vaker ter hand worden genomen dan men aanvankelijk dacht.

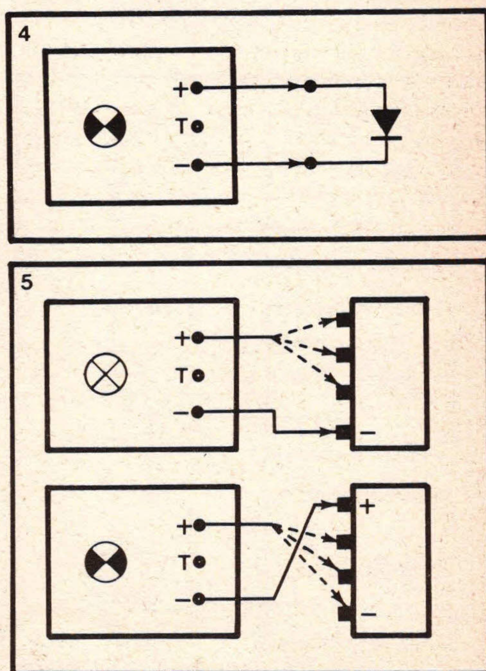
TESTEN VAN TRAFO'S EN DERGELIJKE

In plaats van trafo kunt u ook lezen: luidspreker, relaisspoel, relaiskontakt, kortom, alles wat een lage weerstand heeft of helemaal geen en waarvan onderzocht moet worden hoe de aansluitkode is.
In dit geval meet men met de 'Testy', tussen welke aansluitpunten geen of een heel kleine weerstand staat (er is een firma die een dergelijk apparaatje voor *f* 35,00 aanbiedt, maar het dan wel heel imposant konduktiviteitsmeter noemt!).
Neem als voorbeeld een tyristor-ontsteektrafo, waaruit vier draadjes komen. De 'plus' en de 'min' van de 'Testy' worden met twee van die draadjes verbonden en brandt de LED, dan staat tussen die draadjes een wikkeling van de trafo. Blijft de LED gedoofd, dan heeft men draadjes van twee verschillende wikkelingen te pakken. Het kan natuurlijk ook, dat men wel een wikkeling heeft, maar dat die intern door eerdere marteling is doorgebrand!
Men moet nu nog onderzoeken wat de primaire en wat de sekundaire is. De primaire is steeds die wikkeling, die signaal ontvangt, dus bijvoorbeeld bij een netvoedingstrafo de 220 volt wikkeling, of bij de eerder genoemde ontsteektrafo de wikkeling, die met de luidsprekeruitgang van de versterker verbonden is.
In het eerste geval is de primaire wikkeling uit dunnere draad gewikkeld dan de sekundaire. In het tweede geval is de primaire trafodraad dikker.

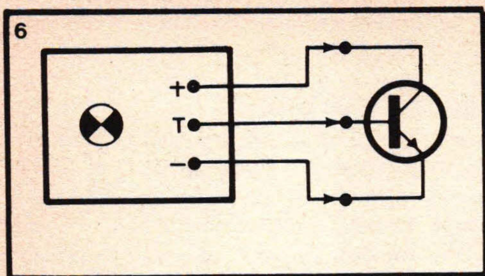
TESTEN VAN DIODES

In figuur 4 is getekend, hoe de aansluitkode van alle mogelijke types diodes kan opgespoord worden. De diode wordt verbonden tussen de 'plus' en 'min' aansluitingen van de 'Testy'. Als de LED brandt, dan is de anode van de diode verbonden met de 'plus'. Ter kontrole wordt de diode uiteraard even omgekeerd. Blijft de LED branden, dan is de halfgeleider stuk.
Ook LED's kunnen getest worden. In dit geval moet de schakelaar op de stand 'normaal' gezet worden, anders is de stroom, die door de LED vloeit te groot. Als beide LED's gaan branden, dan is de anode weer met de 'plus'-klem verbonden.
Heel handig is ook de mogelijkheid om bruggelijkrichters te testen. De kode is meestal opgedrukt en wil bij veelvuldig gebruik wel eens vervagen.

Figuur 4. Dank zij het gegeven, dat diodes slechts in een richting stroom geleiden, kunnen deze met de 'Testy' onderzocht worden.



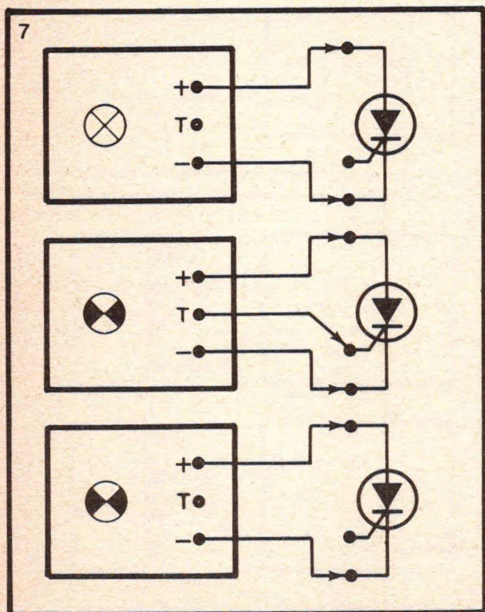
Figuur 5. Bruggelijkrichters bestaan uit vier diodes, en kunnen bijgevolg eveneens getest worden.



Figuur 6. Bij het testen van NPN-transistoren komt de derde aansluiting van het apparaatje van pas.

De 'min' van de 'Testy' wordt met één van de vier klemmen verbonden. Nu kunnen er zich drie situaties voordoen. Ten eerste: als men met de 'plus' de overige drie aansluitingen aftast, dan gaat de LED steeds branden. Dit wil zeggen, dat de aansluiting die met de 'min' van de tester verbonden is, de positieve aansluiting van de brug is. Ten tweede: De LED brandt nooit: dan is de 'min' verbonden met de negatieve aansluiting van de gelijkrichter. Ten derde: de LED brandt slecht in één van de drie gevallen: dan is de 'min' van het meetapparaat verbonden met een wisselspanningsaansluiting van de cel.
Deze procedure veronderstelt uiteraard, dat de gelijkrichter in goede konditie is.

Figuur 7. Testprocedure in drie stappen voor het doorlichten van tyristoren en triacs.



TESTEN VAN NPN-TRANSISTOREN

In het tweede nummer van dit tijdschrift is een eenvoudige torrentester beschreven, die door vele lezers blijkbaar probleemloos is nagebouwd. Met de 'Testy' kan men eveneens transistoren testen, zij het dat alleen NPN-eksemplaren (dat zijn die transistoren, waarbij de emitterpijl van de basis weg wijst) hiervoor in aanmerking wensen te komen.
De procedure is in figuur 6 geschetst. De 'plus' wordt met de kollektor verbonden, de 'min' met de emitter. De LED mag nu niet branden, doet hij het wel, dan is de transistor stuk. Als men vermogenstransistoren test, dan moet men de schakelaar in de overeenkomende stand zetten. De 'test' wordt vervolgens verbonden met de basis. De LED moet nu gaan branden, zoniet dan is de transistor waardeloos.

TESTEN VAN TYRISTOREN

Bij het testen van tyristoren gaat men op dezelfde manier te werk als bij transistoren. Een en ander is in drie stappen in figuur 7 getekend. De 'plus' komt aan de anode, de 'min' aan de katode. De LED mag niet branden.
Vervolgens raakt men met de 'test' de gate aan. De LED floept aan. Hierbij moet de schakelaar wel in de vermogen-stand gezet worden.
Nu komt het vreemde, eigen aan de tyristorwerking: als men de 'test' van de gate wegneemt, dan moet de LED blijven branden!
Hierbij moet wel opgemerkt worden, dat deze test alleen opgaat voor tyristoren tot ongeveer 10 ampère. Voor zwaardere eksemplaren, zal de stroom, die door de 'Testy' geleverd wordt te klein zijn.
Het testen van triacs gaat volledig identiek. De 'plus' wordt verbonden met de 'MT 1' (zie artikel 'hoe werkt het'), soms ook anode genoemd, en de 'min' met de 'MT 2'.
Sommige triacs hebben een ingebouwde triggerdiode. Deze kunnen niet met dit apparaatje getest worden, omdat de beschikbare spanning van 4,5 volt te klein is om deze diode te laten doorslaan.



electrostatische hoofdtelefoon



MICROMONITOR

f 285,—

onverbiddelijke doorbraak

in de relatie

prijs tot kwaliteit

van luisteren komt juichen

en dat blijft
en dat blijft
en dat blijft

importeur:

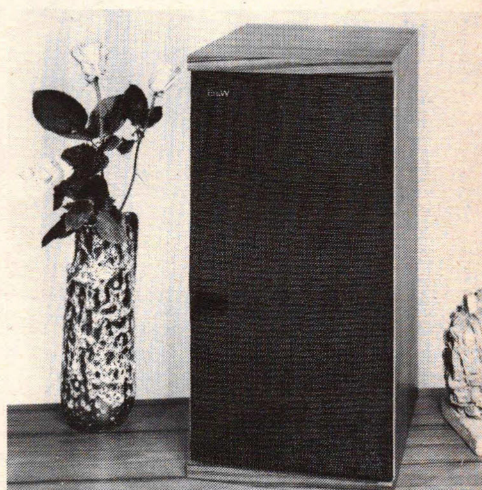
AUDIOSCRIPT

Nw. Loosdr. dijk 107, Loosdrecht.
Tel. 02158-37 06

B&W

DM 4

blik in een huiskamer
beeld van een luidspreker



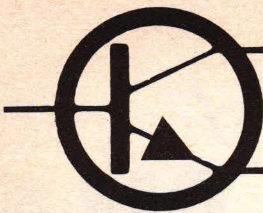
bescheiden formaat
belastbaarheid groot
bewonderd alom.

- **B & W laag-middenweergever DW 200/4 met bextreen conus**
- **midden-hoogweergever HF 1300 MK II**
- **ultra-hoogweergever met 19 mm koepelmembraan die het frequentiebereik uitbreidt tot boven 25 kHz**
- **filternetwerk met hellingen van 18dB/octaaf. Gebruik van polyester condensatoren**
- **gevoeligheid 3,6 Watt aan de nominale impedantie van 8 Ohm voor een niveau van 95 dB bij 400 Hz op 1 m afstand, dus door hoog rendement ook geschikt voor kleinere versterkers.**
- **maximale belastbaarheid 30 Watt R.M.S.**
- **afmetingen: h x b x d, 531 mm x 254 mm x 255 mm**

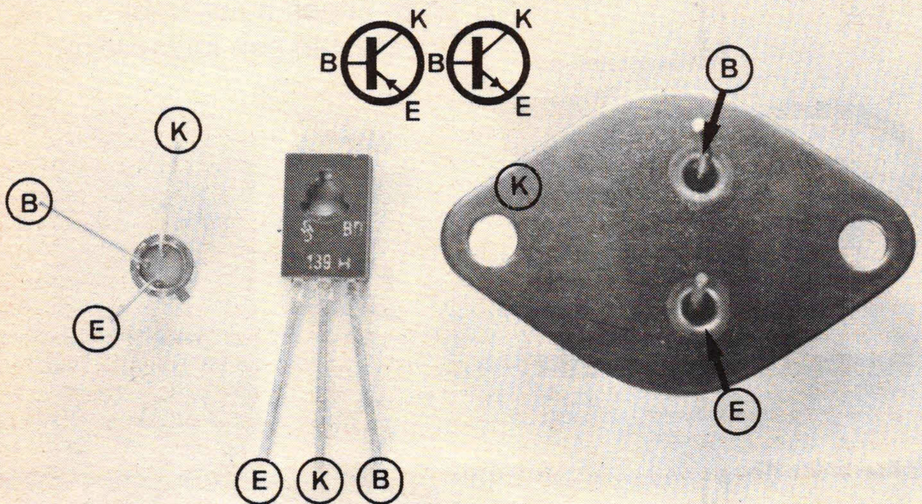
documentatie over het B & W programma zenden wij U graag. Importeur:

AUDIOSCRIPT

Nieuw-Loosdr.dijk 107, Loosdrecht.
Tel. 02158-37 06



TRANSISTORAANSLUIT-TIP



TEST

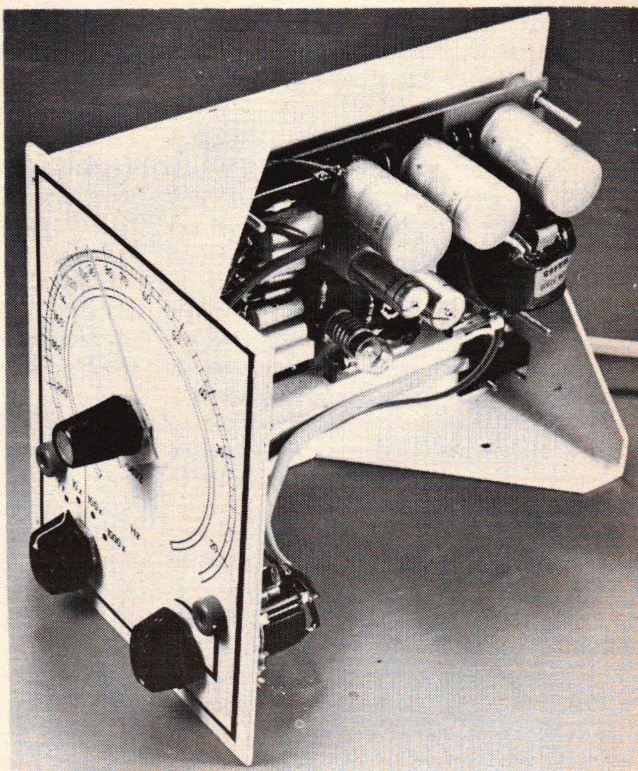
PHILIPS BOUWPAKKET

Na de universeelmeter is de toongenerator zonder enige twijfel het meest gebruikte instrument in de hobby-elektronica. Met zo'n apparaat kunnen sinusspanningen opgewekt worden in het audio-frekwentie gebied, dat loopt van 20 hertz tot 20 kilohertz. Daar alle geluidssignalen samengesteld kunnen worden uit de som van verschillende zuivere sinustonen (officieel heet dit Fourrier-analyse), is het duidelijk dat men een versterker kan testen door na te meten hoe hij reageert op sinusspanningen van verschillende frekwenties. Dit opmeten van de frekwentiekarakteristiek van een versterker (populair ook wel het doorfluiten van een versterker genoemd), is onmogelijk zonder een wisselspanningsmeter (bijvoorbeeld een universeelmeter met wisselspanningsbereiken) en zonder een toongenerator, waarmee men de sinussignalen aan de versterker kan toevoeren. Kortom, een toongenerator is een zeer begeerd bezit, en een test van een eenvoudig en goedkoop apparaatje is dus volledig op zijn plaats in 'Populaire Electronica'. Uit het niet geringe aanbod kozen we de toongenerator NL 6832 uit de bekende reeks Philips onderdelenpakketjes.

TOONGENERATOR

NL 6832

PRYS: F 69



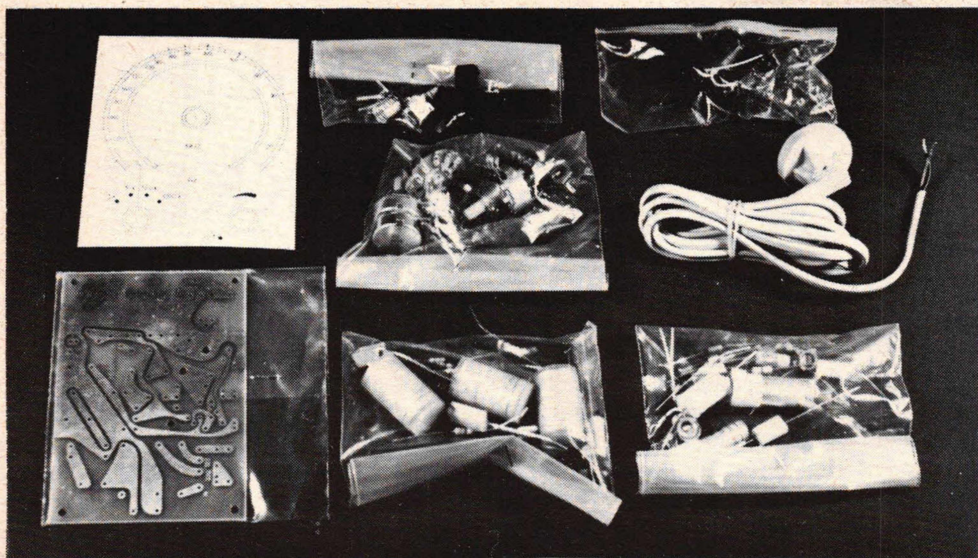


Foto 1. Het begin van de pret: het bouwpakket wordt uitgestald.

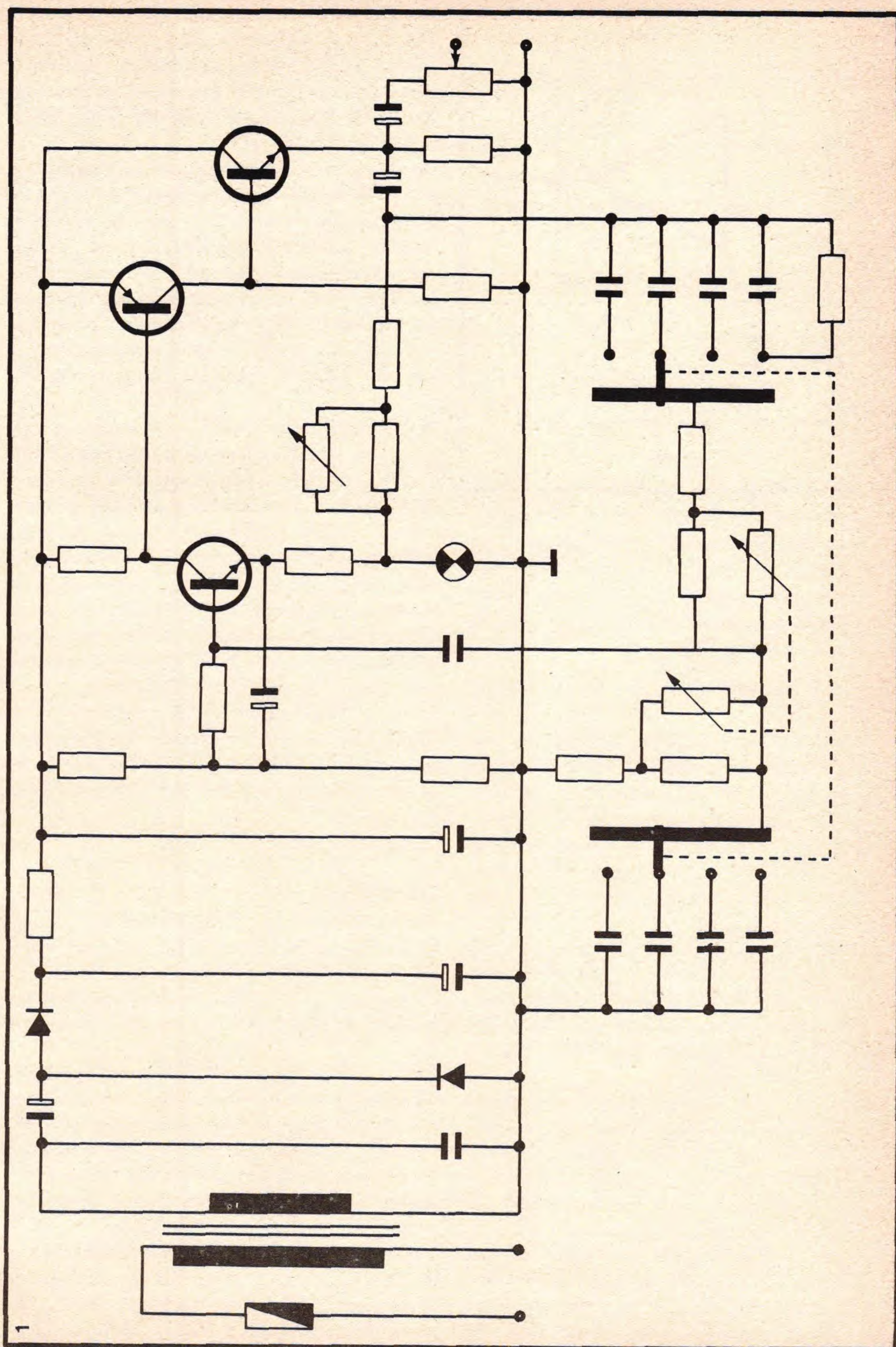
Presentatie

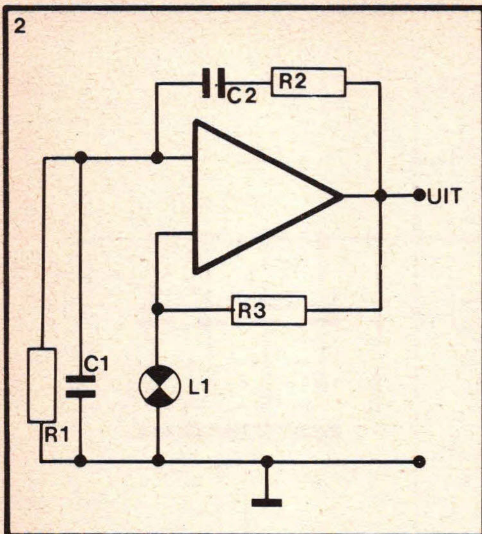
De onderdelen worden, keurig in plastik zakjes verpakt, samen met een summiere bouwbeschrijving geleverd.
Behalve de print en de onderdelen, krijgt u voor uw geld eveneens een schaaltje, dat op het front van een zelf te bouwen kastje wordt geplakt. Hierdoor hoeft de generator niet geijkt te worden. Een knop voor die schaal wordt begeleverd.
Het apparaat heeft drie bedieningsorganen. Allereerst een stereo-potentiometer, waarmee de frekwentie kan ingesteld worden op de schaal tussen de waarden 20 en 200. Ten tweede een bereikenschakelaar, een vierstandenschakelaar, waarmee de aflezing van de schaal vermenigvuldigd kan worden met 1, 10, 100 en 1000. Het frekwentiebereik van de generator loopt dus van 20 hertz (schaal op 20, vermenigvuldiger op x1) tot 200 kilo-hertz (schaal op 200, vermenigvuldiger op x1000), wat meer dan voldoende is om zelfs de aller-highste Fi versterkers door te piepen.
Met een derde knop kan men het apparaat in- en uitschakelen en bovendien de uitgangsspanning instellen van nul tot 1 volt.
Philips heeft er het geld voor over gehad om een heuse netvoeding in te bouwen, iets wat we alleen maar kunnen toejuichen, want door alle ergernissen, ervaren door het leegraken van batterijen in meetapparatuur op ongewenste ogenblikken, zullen wij het jaar 2000 wel niet meer beleven!
Er moet één instelpotmetertje afgeregeld worden, zodat het bezit van een universeelmeter noodzakelijk is, maar die heeft u natuurlijk al, als u dit apparaat wil bouwen, want zonder universeelmeter kan men weinig met een toongenerator aanvangen.

DE ELEKTRONIKA

Het volledige schema van de NL 6832 is in figuur 1 getekend. In de bouwbeschrijving wordt met geen woord gerept over het principe van de schakeling, een euvel dat wel eens meer bij eenvoudige onderdelenpakketten wordt aangetroffen. Dit vinden we steeds zeer jammer. Het verklaren van de werking van een schakeling kost één velletje papier ekstra, maar dit staat in geen enkele verhouding tot het voordeel voor de nabouwer, die dan weet

Figuur 1. Het volledige schema van de sinusgenerator. Het lampje L geeft géén licht, maar dient voor de stabilisatie van de versterker.


1

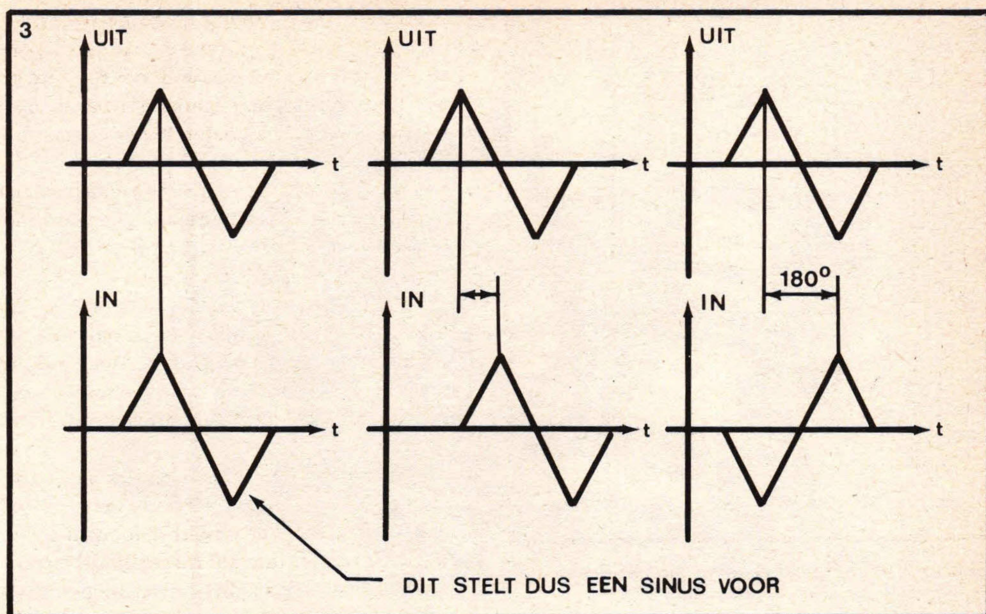


Figuur 2. Principieel schema van iedere goedkope sinusgenerator. Eén terugkoppeling zorgt voor de keuze van de frekwentie, door deze frekwentie 180 graden in faze te verschuiven. De tweede terugkoppeling regelt de versterking van de trap.

waarvoor de weerstand, die hij insoldeert, dient.
In figuur 2 is het principiële schema van deze sinusgenerator getekend. De schakeling bestaat uit een versterker, getekend als een driehoekje, die op twee manieren wordt teruggekoppeld. Die terugkoppeling wordt verzorgd door de onderdelen, die een gedeelte van de uitgangsspanning van de versterker terugvoeren naar in ingangen.
De onderdelen R 1, C 1, R 2 en C 2 vormen een zogenaamd Wien-netwerk. Een eigenschap van dit netwerk is, dat er slechts één frekwentie bestaat, waarvan de fase eksakt 180 graden gedraaid wordt. Aan de hand van figuur 3 wordt dit verduidelijkt.
Zoals men weet, varieert een sinusspanning van nul tot een maksimale positieve waarde, dan weer tot nul, vervolgens naar een maksimale negatieve waarde en dan weer tot nul.
Als nu twee sinussen van dezelfde frekwentie op hetzelfde ogenblik hun maksima en nuldoorgangen bereiken, dan zegt men dat deze signalen in faze zijn (fig. 3a). Als beide sinussen op een verschillend tijdstip door nul gaan, dan zijn deze signalen in faze verschoven (fig. 3b). Als deze verschuiving nu zo groot wordt, dat de ene sinus zijn maksimale positieve waarde bereikt, op het ogenblik dat de tweede sinus zijn maksimale negatieve waarde opzoekt, dan zijn beide signalen 180 graden in faze verschoven (fig. 3c).
De versterker uit figuur 2 heeft als eigenschap, dat hij de signalen op zijn ingang eveneens 180 graden in faze draait. Voor één bepaalde frekwentie ontstaat er dus tussen in- en uitgang een totale fazedraaiing van 2 x 180 graden. Het gevolg is, dat de schakeling een signaal van deze frekwentie gaat opwekken. Met andere woorden, hij oscilleert op deze frekwentie en aan de uitgang ontstaat een sinusvormig signaal.
Wel is het zo, dat het Wien-netwerk een verzwakking van drie maal tot gevolg heeft. Vandaar dat de versterker eksakt drie maal moet versterken, zo niet dan zal de oscillatie uitdoven of zal de uitgangsspanning blokvormig worden, afhankelijk van het feit of de versterking kleiner of groter dan 3 is. Vandaar de tweede terugkoppeling, opgebouwd uit de weerstand R 3 en het lampje L. Deze terugkoppeling zorgt ervoor, dat de versterking onder alle omstandigheden gelijk blijft aan 3.
Door het variëren van de elementen R 1, C 1, R 2 en C 2, zal de fazeverschuiving voor andere frekwenties gelijk worden aan 180 graden en zal de schakeling die andere frekwenties gaan produceren.
Terug naar de test!

DE PRINT

Uiteraard wordt eerst de print bestukt.
In de bouwbeschrijving is hiervoor een veertien punten handleiding gegeven.
De aanbevolen volgorde is echter alles behalve logisch, en daar hebben we nogal wat kritiek op.
In de eerste plaats is het zeer aanbevelenswaardig in de 20 printgaatjes, waarin nadien draadjes moeten komen, soldeeroogjes te bevestigen. Doet men dit niet, dan is het zo goed als onmogelijk, als de print in een kastje is geschroefd, de verbindingen tussen de bedieningsorganen en de print te solderen.
Volgens Philips moet men eerst de grote elko's en de voedingstrafo monteren en dan pas de gelijkrichtdiodes en transistoren. Veel logischer en eenvoudiger is het, wanneer men



Figuur 3. De onderlinge relatie tussen twee sinussen van dezelfde frekwentie kan uitgedrukt worden in een aantal graden fazeverschuiving.

eerst deze kleine elementen soldeert, en de grote onderdelen tot het laatst bewaart. De 'toegankelijkheid' van de print is dan groter en men heeft geen vliegepootjes nodig om alle kleine onderdelen tegen de print te duwen.

Onhandig is bovendien, dat één aansluiting van het net onder de zekering zit. Een kleine wijziging in de print-lay-out zou dit verhelpen.

Over de kwaliteit van de onderdelen is niets dan goeds te vertellen. De bedrijfsspanning van de elko's. bijvoorbeeld, ligt ruim onder de spanning, die deze onderdelen kunnen verdragen.

DE INBOUW

De print moet nu met de bedieningselementen verbonden worden. Aan te bevelen is, eerst een kastje te zoeken of te bouwen, waarin de schakeling past.

Wij hebben zelf een kastje gebouwd, hoe dit eruit ziet volgt uit de kopfoto bij dit artikel.

In het frontje worden 5 gaten geboord voor de schakelaar, de potmeters en de uitgangsklemmen. Zoals reeds gezegd is het de bedoeling, dat het bijgeleverde schaaltje op het bedieningspaneeltje wordt geplakt. Dit paneeltje moet wel groter zijn dan de schaal. Het schaaltje is namelijk net iets te klein. Als men de bereikenschakelaar op de aangeduide plaats monteert, dan stelt men vast dat de onderste kontaktlippen van deze schakelaar onder het schaaltje uitsteken. Verder is er op de schaal geen plaats voorbehouden voor de twee uitgangsklemmen.

Als men het kartonnen schaaltje 2,5 cm langer maakt, zijn deze bezwaren verholpen.

Heel handig is de bijgeleverde netsnoerklem, waarmee het netsnoer veilig en trekvast door de achterwand van het kastje gevoerd kan worden.

Vervolgens kan men de bedieningselementen bedraden, aan de hand van de overzichtelijke tekeningen.

Als men het geheel in een metalen kast monteert, dan moet men deze kast met de massa van de schakeling verbinden, dit om bromeffekten te vermijden. Bouwt men de schakeling in in een plastik doosje, dan moet het huis van de beide potmeters met massa verbonden worden, dit om dezelfde redenen.

Nadat de bedrading zorgvuldig gekontroleerd

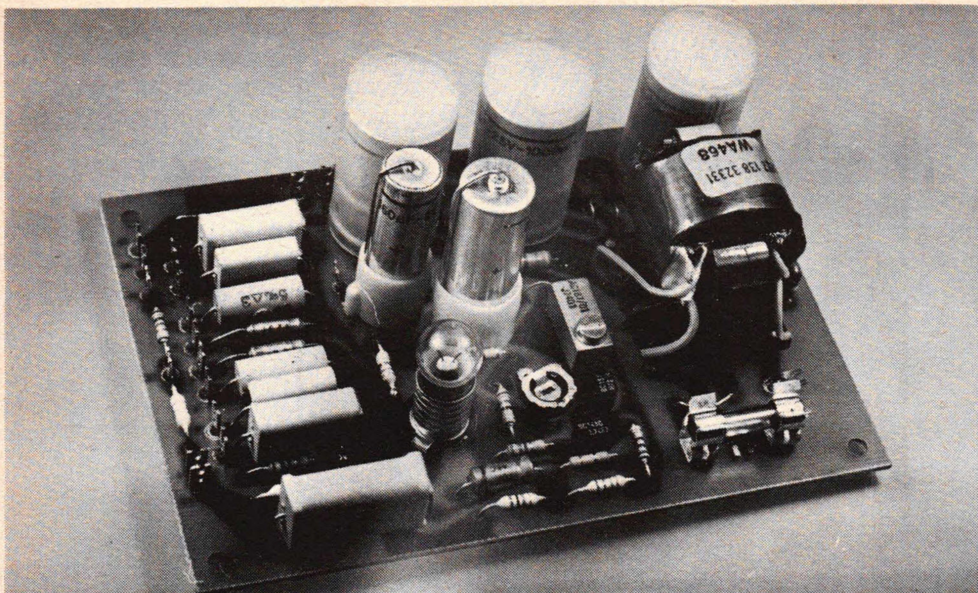
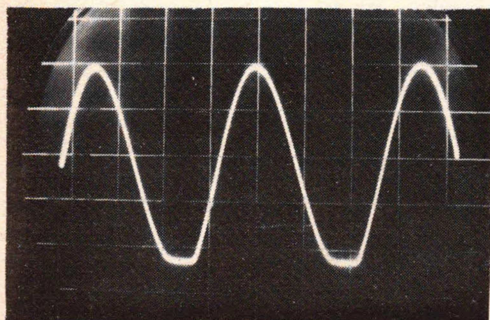


Foto 2. Het (epoxy) printje na de bestukking. Tussen de twee bovenste elko's ziet men de diodes, die volgens de opgegeven soldeervolgorde enigzins in de verdrukking komen.

is, kan men het apparaat met het net verbinden. Op de uitgangsklemmen wordt een wisselspanningsmeter aangesloten, de uitgangspotmeter wordt volledig opengedraaid en de trimpotmeter op de print wordt zó ingesteld, dat de uitgangsspanning 1 volt bedraagt.
De bijgeleverde knop wordt met de plastik wijzer op de stereo-potmeter geschroefd.
Voor de twee overige bedieningselementen worden om een of andere reden geen knoppen meegeleverd. Wij veronderstellen dat niemand er bezwaar zal tegen hebben als het onderdelenpakket *f* 2,00 duurder wordt als men dan wel deze knoppen krijgt.



TEST

De uitgang van de generator werd met een oscilloskoop verbonden. Op foto 4 ziet men het resultaat: een duidelijke vervorming, veroorzaakt door het vastlopen van de versterker tegen de voedingsspanning. Het veranderen van één weerstandje bracht uitkomst.
Het zal duidelijk zijn, dat dit een individueel gebrek was, waarschijnlijk veroorzaakt door een transistor met zeer afwijkende versterkingsfaktor. Zo iets kan steeds gebeuren, zelfs bij de meest uitgekiende schakeling. Dit is een ingebouwd risiko, dat men gratis bij iedere bouwdoos meegeleverd krijgt, en daar kan Philips ook niets tegen doen! En wie niet bereid is dit risiko (dat trouwens zeer klein is) te lopen, die moet geen bouwpakketten kopen of geen schakelingen uit elektronika tijdschriften nabouwen.
Nadat aldus orde op zaken was gesteld, werd de konstantheid van de uitgangsspanning gemeten in funktie van de ingestelde frekwentie. Het is namelijk noodzakelijk, dat een toongenerator een signaal levert dat onafhankelijk is

Foto 4. Door een recalcitrante transistor vertoonde de uitgangsspanning een grote vervorming.

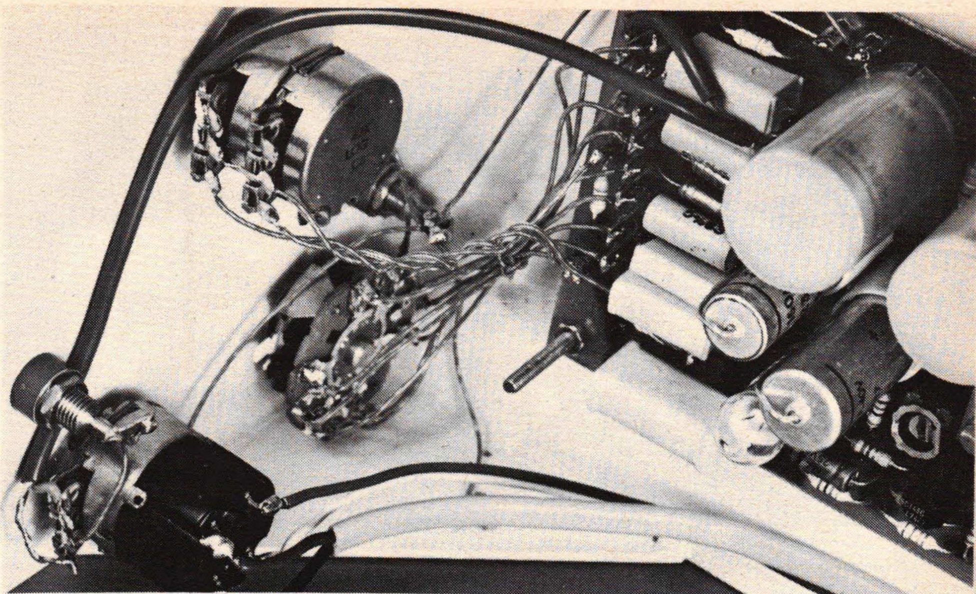


Foto 3. De bedrading tussen de bedieningselementen en de print. Het voordeel van het insolderen van soldeerlipjes in de print blijkt duidelijk uit deze foto!

van de ingestelde frekwentie. Philips stelt, dat de NL 6832 een uitgangsspanning opwekt, die binnen 1 decibel konstant blijft over het volledige frekwentiebereik.
Niets dan lof op dit punt: bij ons eksemplaar was de spanningsvariatie niet eens in decibel uit te drukken. De naald van de voltmeter bewoog vrijwel niet, hoe wild we ook van de ene frekwentie naar de andere omschakelden.
Philips claimt een vervorming van 0,1 á 0,8 %, afhankelijk van de ingestelde frekwentie. Daar we (nog) geen vervormingsmeter hebben, konden we dit niet kontroleren. Wel werd de uitgangsspanning van de generator op de skoop vergeleken met het signaal van een veel duurdere oscillator, die op dezelfde frekwentie was ingesteld. Door een speciale meetmetode kan men dan kleine vervormingen toch vrij goed zichtbaar maken. Daar bleek in dit geval niets van, dus ook aan de vervormingsspecifikaties zal de generator wel voldoen.
Vervolgens werd de uitgangsimpedantie van de generator gemeten. Volgens Philips is die (bij volledig opengedraaide potmeter) 10 ohm. Wij maten bij 1 kilohertz 14 ohm, een zeer goede waarde voor zo'n eenvoudige generator.
Tenslotte werd met behulp van een digitale frekwentiemeter, die de aangeboden frekwentie zeer nauwkeurig onder de vorm van een getal weergeeft, de ijking van de schaal gekontroleerd. Philips stelt, dat de gemiddelde schaalafwijking 5 % is.
Onze resultaten staan in de tabel. De gemiddelde procentuele fout (6,13 %) benadert weliswaar vrij aardig de gegevens van Philips, maar duidelijk blijkt, dat de schaal in het midden van de instelling een zeer grote fout heeft. Op de stand 100 bijvoorbeeld, is de gemiddelde procentuele fout 9,95 %!
Als men bijvoorbeeld de frekwentieweergave van een toonregeling wil opmeten, waarbij men de weergave bij 1 kilo-hertz als 0 decibel referentie neemt, dan kan door de grote afwijking op deze stand een vertekend beeld van de weergavekarakteristiek ontstaan.

KONKLUSIE

Uit deze test blijkt duidelijk, dat dit bouwpakket gemengde gevoelens oproept. Over de elektronische eigenschappen kunnen we zonder meer entoesiast zijn. Voor het relatief weinige geld krijgt men een goede sinus-oscillator.
Onze kritiek richt zich in feite volledig op de afwerking van het geheel. Ons inziens verdient deze schakeling een wat verzorgder 'finishing

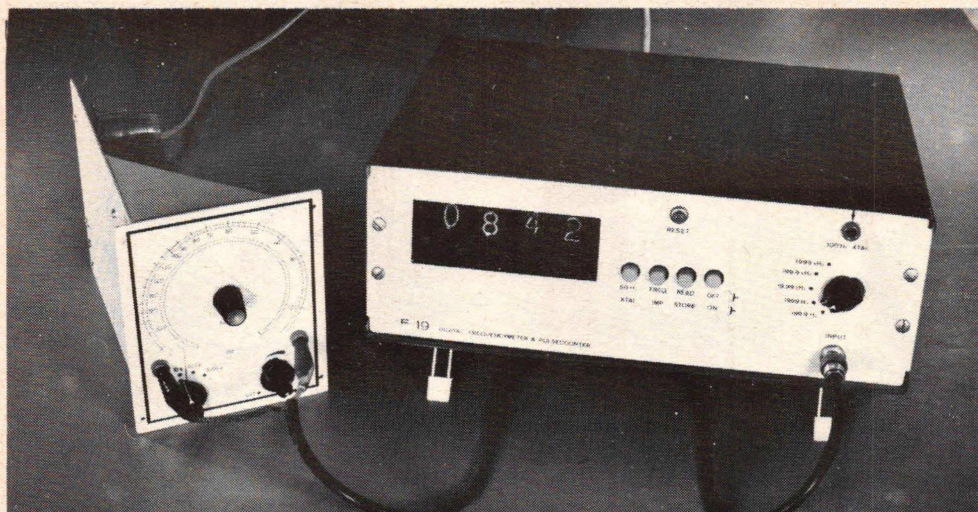


Foto 5. Kontrole van de schaal-ijking. Gemiddeld genomen goed, maar wel met enige grote individuele fouten.

touch'. Alle bezwaren (uitgebreidere bouwbeschrijving met verklaring van de werking, grotere schaal, betere ijking van deze schaal, vervollediging van het bouwpakket) kunnen zonder grote kosten doorgevoerd worden.
Deze generator verdient het!

REAKTIE VAN PHILIPS

De afdeling Elonco van Philips kreeg een kopie van de test toegestuurd en telefoneerde enige opmerkingen door, die in het onderstaande verhaaltje zo getrouw mogelijk zijn weergegeven.
Allereerst wees men op een fundamentele fout in de bespreking van de werking van het apparaat. Het is in dit geval niet zo, dat de versterker 180 graden in fase draait en het Wiennetwerk eveneens. De versterker draait het signaal niet om, en oscillatie ontstaat bij die frekwentie, waarbij het netwerk geen faseverschuiving veroorzaakt. Inderdaad een domme fout van ons, die vermeden had kunnen worden bij een zorgvuldiger uitpluizen van het schema!
Philips zag ons bezwaar tegen het niet beschrijven van de werking niet zo zitten. Dit bedrijf heeft een hele tijd uitvoerige schemabeschrijvingen meegeleverd en er zijn geen klachten gekomen waaruit zou blijken dat de bouwers deze verklaring nu missen.
Philips wijst erop, dat nog nooit klachten zijn ontvangen over niet goed werkende generatoren. Onze vervormende generator was dus de uitzondering, die de regel bevestigt, reden waarom Philips onze opmerking over een ingebouwd risiko bij de aankoop van een zorgvuldig ontworpen bouwset enigszins overdreven vond.
Verder begrepen de Philips-mensen niets van de door ons gemeten grote afwijking in de frekwentieijking. In het laboratorium worden regelmatig bouwsetjes nagemeten en dergelijke afwijkingen zijn nog nooit waargenomen.
Eerst veronderstelde men, dat het aanpassen van de weerstand de ijking beïnvloed had, maar toen men wist om welke weerstand het ging, werd deze mogelijkheid verworpen. Aan onze digitale frekwentiemeter kan het ook niet liggen, want al is het ding dan zelf ontworpen, de goede werking is reeds vele malen met behulp van een kristalgestuurde ijkgenerator gekontroleerd. Raadselachtig, dus.
Tenslotte zegde Philips toe, dat bij een eventuele herbewerking van de bouwset rekening met onze opmerkingen zal worden gehouden.

ingestelde frekwentie	gemeten frekwentie	absolute fout	procentuele fout
20 Hz	20,7 Hz	+0,7	3,50
50 Hz	46,3 Hz	−3,7	7,40
100 Hz	90,4 Hz	−9,6	9,60
200 Hz	199,7 Hz	−0,3	0,15
200 Hz	196,2 Hz	− 3,8	1,90
500 Hz	432 Hz	− 68	13,60
1000 Hz	840 Hz	−160	16,00
2000 Hz	1861 Hz	−139	6,95
2 kHz	2,01 kHz	+0,01	0,50
5 kHz	4,55 kHz	−0,45	9,00
10 kHz	8,82 kHz	−1,18	11,80
20 kHz	19,70 kHz	−0,30	1,50
20 kHz	20,1 kHz	+0,1	0,50
50 kHz	45,2 kHz	−4,8	9,60
100 kHz	87,6 kHz	−2,4	2,40
200 kHz	192,5 kHz	−7,5	3,75
		Gemiddeld:	6,13

Hoe men ook denkt over het nut, de noodzaak of het rendement van de miniatuur elektronische rekenmachientjes, feit is dat deze steeds goedkoper, steeds algemener (de bakker op de hoek heeft ze nog net niet in zijn verkoopprogramma) en steeds kompakter worden. Zeer binnenkort zal dus iedereen met zo'n ding rondlopen. Deze apparaatjes kunnen in drie kategorieën ingedeeld worden. Allereerst de zeer eenvoudige (*f* 60,00 tot *f* 150,00), die alleen kunnen optellen, aftrekken, vermenigvuldigen en delen; vervolgens de meer pretentieuze die enige aanvullende toetsen hebben (geheugen, worteltoets, procenttoets) en tot *f* 300,00 kosten. De duurdere hebben allerlei wiskundige funktietoetsen, maar die laten we buiten beschouwing, omdat die toch alleen nuttig zijn voor de man, die dagelijks met dergelijke berekeningen omgaat. Nu is voor eenvoudige elektronische berekeningen het bezit van een vierkantsworteltoets zeer handig. Door middel van een truukje is het echter mogelijk, zelfs met het eenvoudigste apparaatje vierkantswortels zeer eenvoudig en nauwkeurig te berekenen. Tenzij men iedere minuut van de dag wortels wil trekken, kan men dus gemiddeld *f* 100,00 besparen bij de aankoop van een rekentuigje.

REKEN TUIG TIP

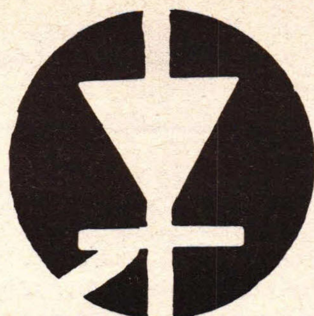


Verschillende wiskundigen hebben er hun levenswerk van gemaakt om benaderingsformules te vinden, waarmee goniometrische, logaritmische en hyperbolische funkties berekend konden worden, met behulp van de vier basisrekenwijzen. De meeste formules zijn in de tweede helft van de negentiende eeuw gevonden. Tot algemene en niet geringe frustratie ontdekte men toevallig in 1896 in Konstantinopel tussen een hoop manuskripten een werk van de oude Griek Heron.
Deze man leefde honderd jaar na Christus en was een universeel geleerde (dat bestond toen nog!). In dit werk, de 'Metrica' vond men een formule, waarmee vierkantswortels zeer nauwkeurig berekend konden worden. Van deze formule kan men gebruik maken om met de eenvoudige rekenmachientjes wortels te berekenen.
De bedoeling van deze formule is, dat men een ruwe schatting van de vierkantswortel invoert in de formule, enige berekeningen maakt en een veel nauwkeuriger resultaat bekomt. Dit resultaat wordt op zijn beurt in de formule ingevoerd en de uitkomst is weer een nauwkeuriger benadering van de wortel. Na drie of vier berekeningen heeft men een resultaat, dat tot vijf decimalen na de komma gelijk is aan de 'echte' wortel.
De gebruikte formule is zeer eenvoudig en is in het kadertje voorgesteld met woorden.

$$\text{BENADERDE WORTEL} = \frac{\frac{\text{GETAL ONDER WORTEL}}{\text{SCHATTING}} + \text{SCHATTING}}{2}$$

Aan de hand van een voorbeeldje wordt de werkwijze verduidelijkt.
Stel, dat men de vierkantswortel moet berekenen van het getal 51293,158. Een zeer ruwe schatting leert, dat het resultaat in de buurt van 220 ligt (220 x 220 = 48400). Met dit getal wordt de formule berekend.
Dus: 51293,158 delen door 220, bij het resultaat 220 optellen en het resultaat van deze berekening delen door twee. Het apparaatje wijst aan: 226,57535.
De berekening wordt herhaald met deze benaderende wortel. Dus: 51293,158 delen door 226,57535, hetzelfde getal erbij optellen en delen door twee. Resultaat: 226,47994.
De berekening wordt weer herhaald. Resultaat: 226,47992. Bij de volgende berekening blijkt het resultaat gelijk te zijn aan dat van de vorige berekening.
Men kan besluiten, dat 226,47992 de met behulp van de formule van Heron berekende meest nauwkeurige vierkantswortel van 51293,158 is.
Een snelle kontrole geeft uitsluitsel over deze nauwkeurigheid:
226,47992 maal 226,47992 is gelijk aan 51293,154. De absolute fout is dus 0,004 wat overeen komt met een nauwkeurigheid van 0,0000077%!

WAAROM WERKT HET ZO?



TYRISTOREN

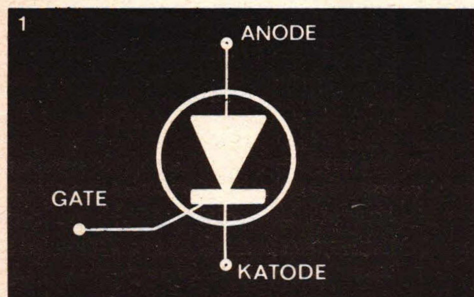
In de beide vorige nummers van 'Populaire Elektronica' kwamen achtereenvolgens de transistor, de field-effect-transistor (FET) en de unijunction-transistor aan de beurt voor een nadere beschouwing en een zo eenvoudig mogelijke verklaring van hun respektievelijke werking. In dit nummer wordt de artikelenreeks 'hoe werkt het' voortgezet met een bespreking van de tyristor. Teyens worden enige, aan de tyristor nauw verwante schakelelementen ten tonele gevoerd, zoals de triac en de diac. De twee laatstgenoemden zullen iets minder uitgebreid worden toegelicht, omdat hun werking sterke overeenkomst vertoont met die van de tyristor.

DE TYRISTOR

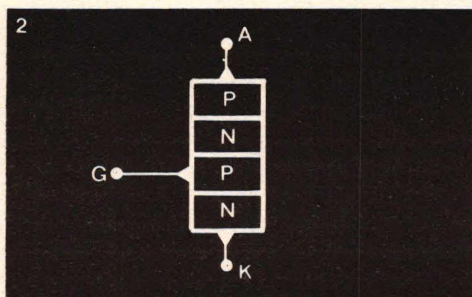
Tyristor is een naam, die ook nog een tweetal veelgebruikte synoniemen kent, want het schakelelement gaat ook nog onder de aanduidingen SCR (= silicon controlled rectifier) en bestuurbare siliciumgelijkrichter door het leven. Deze laatste, nederlandstalige benaming is een direkte vertaling van SCR. De benaming zegt bovendien al iets over de werking.
Het woord tyristor is een samentrekking van tyratron en transistor. Men wil ermee zeggen, dat het gedrag overeenkomst vertoont met dat van het aloude tyratron (een buis), maar dat hij is opgebouwd uit een halfgeleiderstruktuur.

SIMBOOL

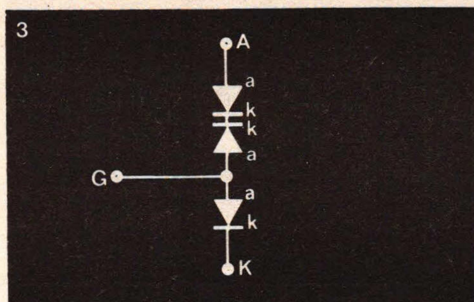
Het meest gangbare simbool voor een tyristor is weergegeven in figuur 1. Onmiddellijk valt de sterke overeenkomst op met het diodesim-



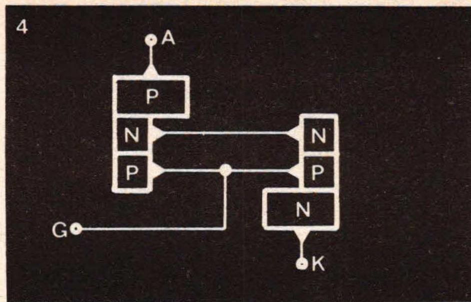
Figuur 1. Het meest gebruikte simbool voor de tyristor.



Figuur 2. Schematische opbouw van de tyristor. De vierlagenstruktuur is duidelijk herkenbaar.



Figuur 3. Men kan zich de lagenstruktuur van een tyristor ook voorstellen door een serieschakeling van drie dioden.



Figuur 4. Opsplitsing van de vier lagen uit figuur 3 in twee stukken van drie lagen.

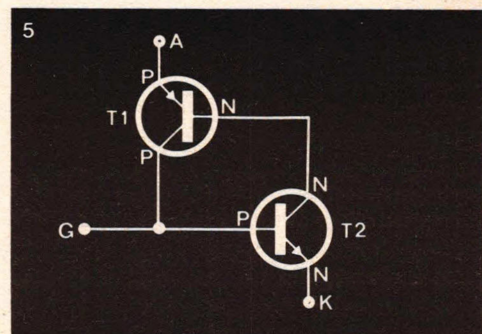
bool (zie het eerste deel van deze artikelenreeks). Er is, evenals bij de diode, een anode. Een katode vindt men ook terug. Het enige nieuwe, en daarmee ook het wezenlijke verschil is de derde aansluiting, de gate, of in het nederlands: de poort.
Deze gate maakt het mogelijk, de tyristor te besturen. Met behulp van deze gate kan de tyristor namelijk worden opengezet. Eenmaal opengestuurd kan de halfgeleider via de gate niet meer dichtgestuurd (gesloten) worden. Dit sluiten kan, afhankelijk van de toepassing, op verschillende andere manieren gebeuren, maar daarover later meer.

DE OPBOUW

De tyristor heeft een voor dit soort elementen karakteristieke vierlagenstruktuur. Dit is in figuur 2 getekend. Omdat er tussen de vier lagen drie PN-overgangen bestaan, kan men zich de struktuur ook voorstellen als drie in serie geschakelde dioden. Hoe zij in serie zijn geschakeld, is te zien in figuur 3. Maar al deze tekenwijzen zullen de lezer weinig duidelijk maken over de eigenlijke werking. Hiervoor is het nodig, een kunstgreep toe te passen.
Voor de verklaring van de werking is figuur 4 daarom van groot belang. De vierlagenstruktuur uit figuur 2 is in deze figuur in tweeën gesplitst door de beide middelste lagen vertikaal doormidden te delen. Deze doormidden gesneden delen zijn via een draad met elkaar verbonden, waardoor er dus in feite niets veranderd is. Een nadere beschouwing van deze figuur leert echter, dat er nu een tweetal drielagenstrukturen zijn ontstaan, en wel een PNP- en een NPN-struktuur. De twee delen stellen niets anders voor dan twee transistoren. Een PNP-transistor links en een NPN-transistor rechts. De logische konsekwentie hiervan is in figuur 5 getekend.
Als men ook het eerste deel van deze artikelenreeks goed heeft doorgenomen, dan zullen er bij de nu volgende verklaring nauwelijks meer vraagtekens rijzen.

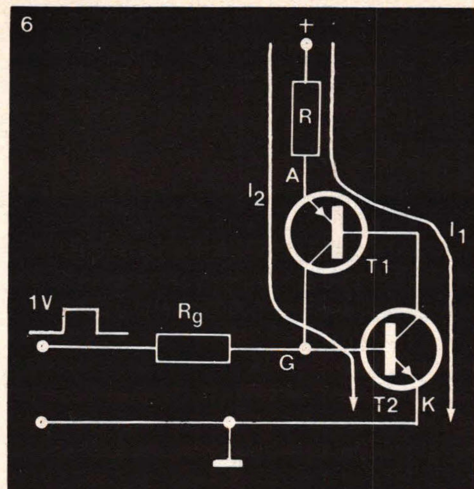
DE WERKING

Bij de verklaring van de werking moet men altijd bedenken, dat een tyristor, net als een gewone diode, alleen stroom kan doorlaten in de richting van de anode naar de katode. De stroomrichting wordt dan ook aangegeven door de richting van de emitterpijlen in figuur 5.
Stel, dat de anode een spanning voert, die positief is ten opzichte van de katode en dat de gate eenzelfde spanning voert als de katode. Dit is



Figuur 5. De twee drielagen-stukken uit figuur 4 stellen niets anders voor dan twee transistoren.

in figuur 6 aangegeven door het begin van de ingangsspanning op de gate. In dat geval is de tyristor gesloten. Op een gegeven moment echter stijgt de ingangsspanning tot ongeveer 1 volt. Door deze spanning kan de basis-emitterdiode van T 2 open gaan, waardoor een basisstroom in T 2 kan gaan lopen. Maar deze halfgeleider T 2 is een transistor en bezit dus een bepaalde versterkingsfaktor. Er zal een versterkte (= grotere) stroom van de kollektor naar de emitter van T 2 gaan lopen. Bovendien is de kollektor van T 2 verbonden met de basis van T 1. Dit impliceert, dat de kollektorstroom I 1 van T 2 door de basis van T 1 moet worden geleverd. Als T 1 een bassisstroom ontvangt, dan zal deze stroom ook versterkt door de kollektor van T 1 vloeien (I 2). I 2, op zijn beurt, kan alleen door de basis van T 2 weg en levert dus ook een bijdrage aan de basisstroom van T 2. I 1 en I 2 werken met elkaar mee en veroorzaken binnen de kortst mogelijke tijd (doorgaans een paar mikrosekonden) een soort van lawine-effekt, waardoor zowel T 1 als T 2 tot het uiterste worden opengestuurd.
De totale weerstand tussen anode en katode daalt tot een uiterst lage waarde (minder dan 1 ohm bij stromen boven 1 ampère) en de tyristorstroom wordt vrijwel uitsluitend begrensd door de weerstand R in de anodeleiding. Deze weerstand dient daarom zó te worden gekozen, dat de maksimale tyristorstroom, zoals die door de fabrikant is opgegeven, niet kan worden overschreden.
Nadat de tyristor door de impuls op de gate helemaal is opengestuurd, daalt de ingangsspanning weer tot nul volt. Men zou verwachten, dat de tyristor dan weer dicht gaat, omdat T 2 in dat geval afgeknepen zou worden. Op dit moment houdt de logika op, althans zo lijkt het, want de tyristor gaat absoluut niet dicht, als men de gate op nul volt zou leggen. Desondanks is er voor dit verschijnsel een logische verklaring. De gate-aansluiting heeft namelijk een vrij hoge aansluitweerstand, die in figuur 6 met R g is aangeduid. Deze weerstand is zelfs zo hoog, dat de stroom I 2 niet in z'n geheel via R g kan afvloeien. Een deel van I 2 moet dus via de basis van T 2 blijven lopen; zodoende wordt T 2 in geleiding gehouden en de tyristor blijft helemaal open en wel totdat de stroom door R en de tyristor wordt onderbroken.



Figuur 6. Duidelijk blijkt hoe de stromen door de tyristor heen lopen, als hij is ontstoken.

Afgezien van de hierboven beschreven ontsteekmetode met behulp van een gate-signaal zijn er nog enige, in de praktijk vrij weinig toegepaste mogelijkheden om de tyristor in geleiding te brengen. Zij zullen hier alleen genoemd worden zonder een nadere verklaring van de werking, niet alleen omdat ze vrij zelden worden toegepast, maar ook omdat een verklaring buiten het kader van dit artikel zou vallen vanwege de diepgaande theorie.
1. De tyristor kan worden ontstoken, door de anodespanning ten opzichte van de katodespanning zover op te voeren, dat de maksimale sperspanning wordt overschreden. Doordat de tyristor dan in geleiding komt, neemt de spanning erover snel af. Als de anodeweerstand (de belasting) voldoende groot is, zal de tyristor van deze handelwijze geen nadelige gevolgen ondervinden.
2. Bestraling met licht kan de tyristor eveneens in geleiding brengen. Van dit principe wordt bij de foto-tyristor handig gebruik gemaakt. Uiteraard is er in de behuizing dan een lichtvenster aangebracht.
3. Hoge temperatuur is ook in staat, de tyristor te ontsteken. Dit verschijnsel wordt veroorzaakt door een toename in de lekstromen van T 1 en T 2 in figuur 6.
4. Zeer snelle stijging van de anodespanning.
Dit verschijnsel kan nogal eens aanleiding zijn

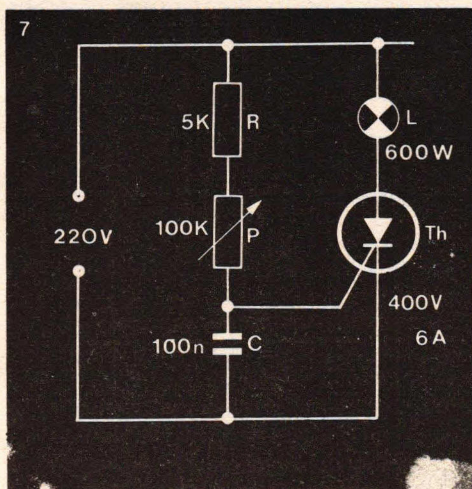
tot ongewenste verschijnselen, wanneer de tyristor wordt toegepast als motor-snelheidsregelaar. De over de spoel van de motor optredende induktiespanningen kunnen de tyristor op ongewenste momenten tot onsteking brengen en zodoende een onregelmatige, stoterige motorloop veroorzaken.

UITSCHAKELEN

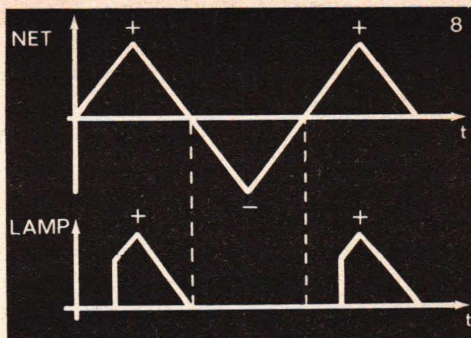
Zoals bekend is het bij de tyristor doorgaans niet mogelijk, de stroom erdoor uit te schakelen via een signaal op de gate. Om dit resultaat desondanks te bereiken, moet de stroom, die door de tyristor van anode naar katode vloeit, teruggebracht worden tot beneden een bepaalde waarde. Deze waarde heet de houdstroom. Een dalen van de anodestroom onder de houdstroom heeft het onmiddellijke doven van de tyristor tot gevolg.

In de praktijk zal de tyristor op een van de volgende manieren tot uitschakelen worden gedwongen:

1. Men keert gedurende een bepaalde tijd de spanning tussen anode en katode van de tyristor om. Bij dit omkeren zal op een gegeven moment de spanning tussen anode en katode gelijk zijn aan 0 volt. Op dat moment kan er geen stroom meer van anode naar katode lopen, de tyristor dooft.



Figuur 7. Praktisch voorbeeld van een eenvoudige lichtdimmer, opgebouwd met behulp van een tyristor.



Figuur 8. De bovenste golfvorm stelt de spanning voor, die uit iedere wandkontaktdoos kan worden afgenomen, de onderste is de spanning, die over de lamp ontstaat.

2. Men vergroot de anodeweerstand zo ver, dat de maksimale stroom van anode naar katode beneden de houdstroom daalt. Ook in dat geval zal de tyristor doven.

3. Er bestaan bepaalde soorten tyristoren, waarbij men de gate-aansluiting van een lage aansluitweerstand heeft voorzien. Deze tyristoren gaan onder de naam GTO door het leven. Dit staat voor gate-turn-off switch, ofwel via de gate uitschakelbare schakelaar. Bij dit type tyristoren kan worden uitgeschakeld via de gate. Men moet bij deze tyristoren echter genoegen nemen met het feit, dat zij slechts geschikt zijn voor kleine stromen. Voor de meeste praktijkgevallen zijn zij totaal ongeschikt, en de lezer zal in 'PE' dan ook nooit schakelingen aantreffen, waarin een GTO toepassing vindt, ook al vanwege de relatief hoge prijs.

EENVOUDIGE PRAKTISCHE SCHAKELING

Het praktijkvoorbeeld, dat in figuur 7 is getekend, is een zogenaamde lichtregelaar of lichtdimmer.

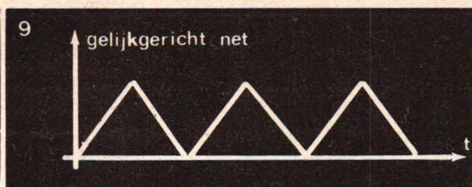
Het eerste dat opvalt, is dat de schakeling rechtstreeks op het 220 volt lichtnet is aangesloten.

Zoals bekend levert het huiskamer-stopkontakt een wisselspanning, die 100 maal per sekonde van spanning omkeert (50 Hz). Voor de toelichting van deze schakeling is ook figuur 8 van belang.

Stel dat bij het inschakelen de netspanning begint met een positief gerichte halve sinus. De

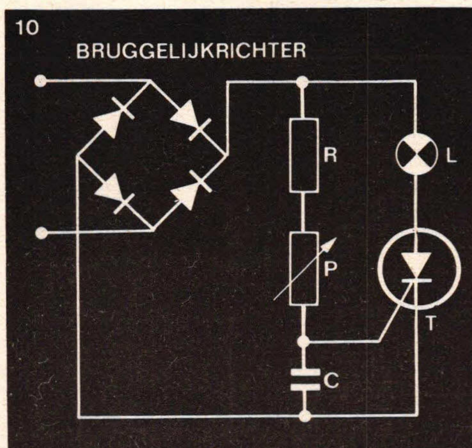
tyristor Th is nog niet open en via de lamp L stijgt de spanning op de anode van de tyristor. Tegelijkertijd gaat er via R en P een stroom lopen, die kondensator C begint op te laden. Op een gegeven moment is de kondensatorspanning zo ver gestegen, dat er een stroom in de gate kan gaan lopen. Op dat moment gaat de tyristor open. De positieve sinushelft op de anode van de tyristor is dan al gedeeltelijk voorbij. Stelt men P bijvoorbeeld op zijn middelste stand in, dan is de positieve sinushelft al half voorbij, voordat de tyristor open gaat.
De lamp krijgt ook slechts stroom gedurende de helft van de positieve sinushelft en zal daarom ook maar zwak branden. Gedurende de negatieve sinushelft kan de tyristor niet open gaan (want het is ten slotte een gelijkrichter).
Bij de nuldoorgang van de wisselspanning daalt de stroom door de tyristor tot nul, met andere woorden, de tyristor dooft. Pas tijdens de volgende positieve sinushelft kan de tyristor weer open gaan. Stelt men P op minimale weerstand in, dan is C zeer snel opgeladen, en zal al helemaal in het begin van de positieve sinushelft de tyristor laten ontsteken. Bij maksimale weerstand van P wordt de oplading van C zodanig vertraagd, dat Th pas op het allerlaatste stukje van de sinushelft ontsteekt, de lamp zal zo goed als niet branden.

Uit het schema van figuur 7 kan men zien, dat de tyristor een lamp van tenminste 600 watt kan schakelen. Hoe is dat nu mogelijk, zonder dat de tyristor de geest geeft door een veel te grote warmteontwikkeling. De verklaring hierover is erg simpel: in de tyristor wordt haast geen warmte ontwikkeld, immers als de tyristor niet ontstoken is, is de spanning erover weliswaar hoog, maar er loopt geen stroom doorheen. In de ontstoken toestand loopt er een grote stroom doorheen, maar de spanning erover is erg laag (ongeveer 1 volt). De warmte (het vermogen) die in de tyristor ontwikkeld wordt is altijd gelijk aan het produkt van de spanning over de tyristor en de stroom erdoorheen.
Zowel in de aan- als in de uittoestand is dit produkt klein (in het ene geval is de spanning klein, in het andere de stroom). Deze gelukkige omstandigheid heeft het mogelijk gemaakt, tyristoren te ontwikkelen voor zeer hoge stromen. Zo bestaan er eksemplaren, die meer dan 1000 ampère kunnen schakelen. De tyristor in



Figuur 9. Een dubbelfazig gelijkgerichte spanning ziet er zo uit.

het voorbeeld van figuur 7 is daarom ook tevreden met een bescheiden koelplaatje.
Een nadeel van de beschreven schakeling is de gelijkrichtende werking. Daarom worden de negatief gerichte sinushelften niet doorgelaten en de lamp kan slechts van 0 tot 50 % van zijn helderheid worden geregeld. Dit nadeel kan worden ondervangen door de lichtnetspanning eerst dubbelfazig gelijk te richten. Dat betekent, dat men de negatieve sinushelften naar boven omklapt, waardoor zij ook positief worden. Dit is aanschouwelijk gemaakt in figuur 9. Hoe dit in de praktijk kan, toont figuur 10. Met deze schakeling is het mogelijk, de lamp van 0 tot 100 % van zijn helderheid te regelen. Deze metode wordt echter in de praktijk weinig toegepast, want dit probleem kan op eenvoudigere wijze worden opgelost door toepassing van een triac.



Figuur 10. Met behulp van vier dioden kan de lichtnetspanning dubbelfazig worden gelijkgericht. Deze metode is erg kostbaar, want de te gebruiken dioden zijn nogal duur, omdat zij voor grote stromen geschikt moeten zijn.

TRIAC

Een triac is een schakelelement, dat sterke overeenkomst vertoont met een tyristor. Het verschil tussen beide is gelegen in het feit, dat een triac in twee richtingen stroom kan doorlaten. Dit maakt de triac uitermate geschikt voor toepassing in wisselstroomschakelingen.

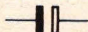
Voor de belangstellende zij hier opgemerkt, dat een triac in principe bestaat uit de parallelschakeling van een gewone en een komplementaire tyristor. Hoe dit er teoretisch uitziet, kan uit figuur 11 worden opgemaakt, terwijl figuur 12 het meest gebruikte simbool weergeeft. Men kan hier niet meer spreken van een anode en een katode, omdat aan beide hoofdaansluitingen zowel een anode als een katode ligt. Men noemt de aansluitingen daarom ook MT1 en MT2. De afkorting MT betekent 'main terminal' of hoofdaansluiting. Omdat de triac kwa opbouw zo'n sterke overeenkomst vertoont met de tyristor, is de werking ook analoog. Daarom zal hierop niet nader worden ingegaan.

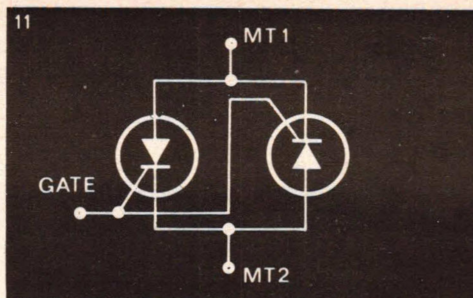
De praktijkschakeling is weer een lichtdimmer, het schema is in figuur 13 gegeven. De grote overeenkomst met de tyristorschakeling valt meteen op en de werking is ook identiek, alleen worden in dit geval ook de negatieve sinushelften doorgelaten en over de lamp gezet.

Het enige wezenlijke verschil bestaat uit de triggerdiode D. Deze triggerdiode of diac bestaat uit twee anti-serie-geschakelde dioden. Wat dit is toont figuur 14. De beide dioden hebben een lage doorslagspanning van ongeveer 25 volt. Omdat de dioden antiserie zijn geschakeld kan de diac in beide richtingen doorslaan bij ongeveer 26 volt.

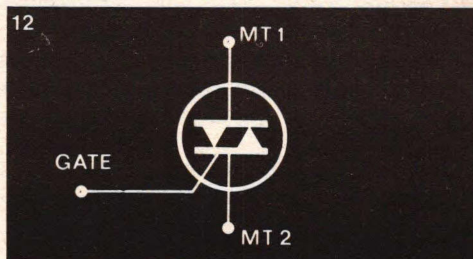
De diac is in deze triacregeling noodzakelijk, omdat de triac een vrij grote ontsteekstroom nodig heeft. Kondensator C uit figuur 13 kan zich dus eerst tot ongeveer 26 volt opladen, voordat de diac open gaat. In C is op dat moment voldoende lading aanwezig, om de voor de triac de noodzakelijke ontsteekstroom te leveren.

Tot slot moet nog worden opgemerkt, dat de schakelingen uit de figuren 7 en 13 bekend staan onder de naam 'regeling door middel van faze-aansnijding'. Deze naam komt voort uit het feit, dat de lichtnetsinus wordt 'aangesneden' om een regeling van het vermogen te verkrijgen.

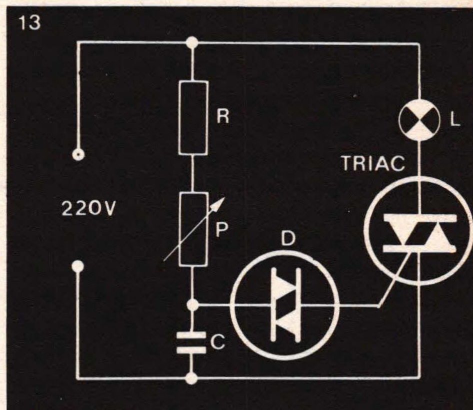




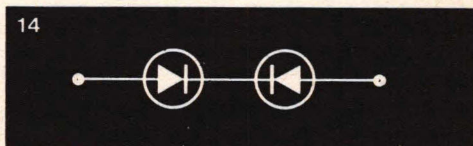
Figuur 11. Schematische voorstelling van het inwendige van een triac.



Figuur 12. Hier is het meest gebruikte simbool van een triac getekend.



Figuur 13. Lichtdimmer met een triac. Let ook op de triggerdiode D. Voor een verklaring hiervan: zie tekst.



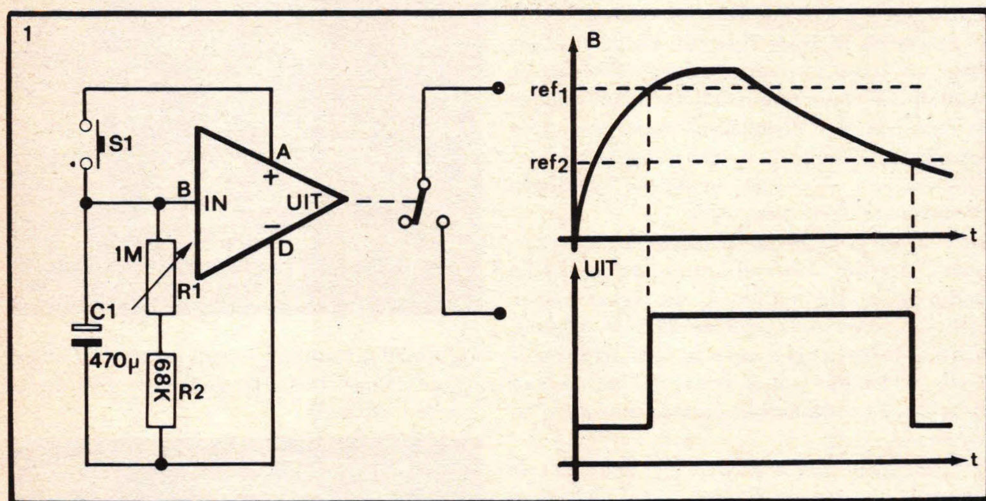
Figuur 14. Zo ziet een diac of triggerdiode er van binnen uit.

De H.U.L.P. als trappenhuisautomaat

Een trappenhuis-automaat, de naam zegt het al, is een schakeling die het licht in het trappenhuis bij een druk op een van de knoppen inschakelt, en na een bepaalde tijd weer automatisch uitschakelt. Nu heeft u misschien niet zo'n ontzettend groot trappenhuis en niet zoveel étages, dat het installeren van dergelijke schakeling zinvol is. Maar er zijn nog andere toepassingen. Bij eigen-huisjes-met-eigen-tuintjes, waar de garage meestal los staat, kan men de automaat gebruiken om de buitenverlichting automatisch te doven, als men met de auto wegrijdt. Ook kelders, waar men even een nieuw kratje pils uit wegsleept, zijn dankbare objekten voor deze eerste toepassing van de H.U.L.P.

DE SCHAKELING

Bij deze toepassing wordt de basisschakeling, elders in dit tijdschrift besproken, aangevuld met een elko, een weerstand, een potmeter en een druktoets. Het schema is in figuur 1 getekend.
De werking is zeer eenvoudig. Normaliter is de elko C 1 volledig ontladen. De ingang van de H.U.L.P. is dus nul, en de ingebouwde schmitt-trigger is in rust. Het relais is eveneens in rust.
Drukt men de druktoets in, dan wordt de kondensator C 1 plotseling met de voedingsspanning verbonden. Deze elko wordt in ongeveer een halve sekonde tot de voedingsspanning van 15 volt opgeladen. Deze spanning is uiteraard veel groter dan de drempel van de schmitt-trigger en deze klapt om, waardoor het relais bekrachtigd wordt. De lamp gaat branden.
Als men de druktoets loslaat, dan gaat de elko zich langzaam ontladen via de weerstanden R 1



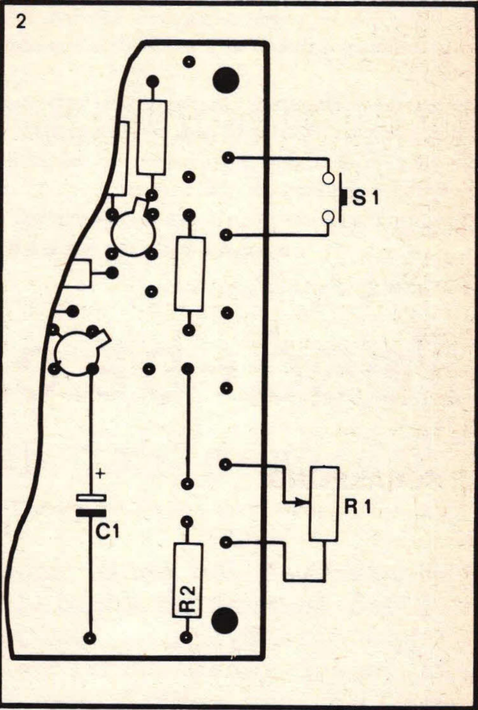
Figuur 1. Het principe van deze toepassing berust op het ontladen van een kondensator door middel van een weerstand. Rechts is de spanning over kondensator C 1 en de uitgangsspanning weergegeven.

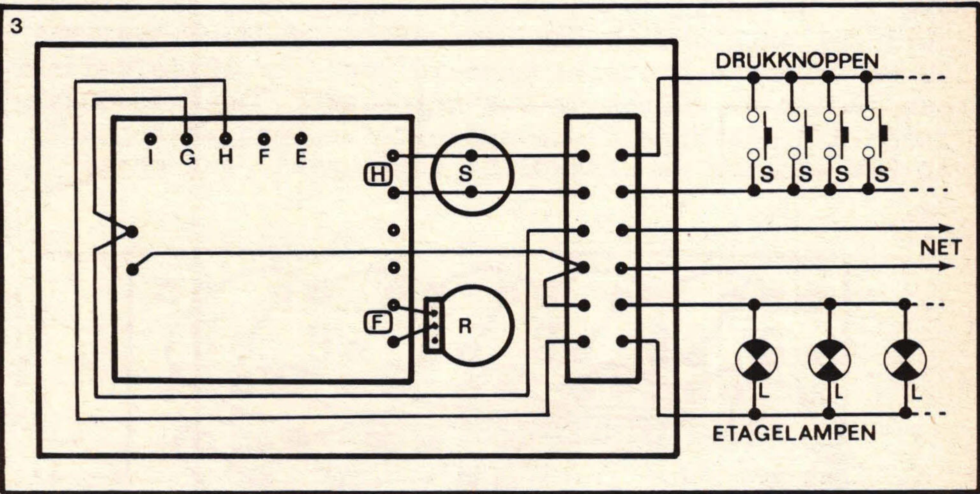
en R 2. De stroom, waarmee de kondensator ontladen wordt is uiteraard afhankelijk van de waarde van de weerstanden. De spanning over de kondensator daalt dus zeer langzaam. Na een bepaalde tijd wordt de elko-spanning gelijk aan de onderste referentiedrempel van de H.U.L.P. en de schakeling gaat terug naar de rusttoestand. Het relais valt af en de lamp dooft.
De brandduur van de lamp is met de gekozen weerstanden instelbaar tussen ongeveer 1 minuut en ongeveer 10 minuten, dus ruim voldoende voor alle mogelijke toepassingen.

DE BOUW

In de eerste plaats wordt de print gekompleteerd. Het betreffende gedeelte is in figuur 2 getekend. In de plaats van C wordt een draadbruggetje gesoldeerd.
De elko moet een werkspanning van 25 volt hebben, de weerstand mag 1/4 watt zijn.
Nadien wordt de schakeling ingebouwd in een kastje. Hiervoor kan men met sukses een TEKO P-3 model gebruiken. De foto's lichten een en ander toe. De print wordt dus met afstandsbusjes met de koperzijde tegen de frontplaat bevestigd. Onder de print en op 4 cm van elkaar komen de twee gaten voor de bevestiging

Figuur 2. Aanvullen van de H.U.L.P.-print. Het onderdeel C wordt overbrugd met een draadje.





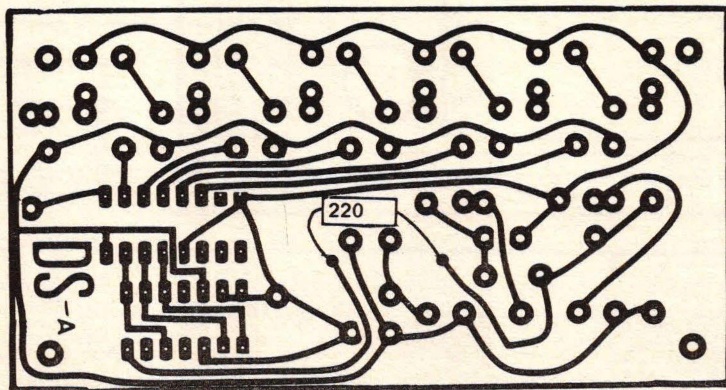
Figuur 3. Schematische voorstelling van de bedrading van het geheel. De lampen L zijn de étagelampen, de schakelaars S de étageschakelaars. Denk er wel aan, dat de meeste draden de netspanning voeren, dus zorgvuldig bedraden en goed kontroleren alvorens het kastje met het net verbonden wordt!

van de potmeter (een lineair type) en de druktoets.
Beide komponenten kunnen met vier korte draadjes met de print verbonden worden. Bij de potmeter wordt één uiterste aansluiting niet gebruikt.
Onder de bedieningsorganen is er nog net plaats voor de bevestiging van een kroonstrip.
De bedrading tussen de print en de eksterne onderdelen gebeurt dan via deze strip.
In figuur 3 is de eksterne bedrading geschetst.
Alle drukknoppen op de verschillende étages en ook alle lampen staan parallel. Denk er wel aan, dat het relais slechts 2 ampère kan schakelen. De totale belasting van de lampen mag dus niet groter zijn dan 450 watt.
Het kastje kan bijvoorbeeld in de kelder tegen de muur worden geschroefd, maar in ieder geval op een volledig vochtvrije plaats.
Met behulp van een kontrolelampje in de kelder, de drukknop op het kastje en de potmeter kan men de gewenste tijd instellen.

Feed-back

Problemen met de "Elektro-Toto"

Uit reakties van enige nabouwers is ons gebleken, dat bij een ongunstige kombinatie van bepaalde merken IC's en bepaalde types batterijen er bij de 'Elektro-Toto' een vreemd verschijnsel optreedt. De zesteller gaat dan twee impulsen registreren voor iedere puls van de astabiele multivibrator. De dobbelsteen zal dan alleen cijfers uit de reeks 1-3-5 of 2-4-6 aanduiden. Hoe dit verschijnsel ontstaat is ons niet duidelijk geworden. Wel hebben we een eenvoudige remedie: onderbreek de soldeerbaan tussen de kollektor van transistor T 2 en de ingang van de SN 7490. Hiertussen soldeert men een weerstandje van 220 ohm, en de schakeling werkt zoals het moet.



L.E.D.S.

Een van de kwalijkste dingen, die een automobilist kan overkomen, is dat er een storing ontstaat in het elektrische sisteem van de achterlichten van zijn wagen Hij rijdt nietsvermoedend verder, maar misschien doen zijn achterlichten het niet meer of, nog erger, zijn remlichten. Eigenlijk zou een verklikkermechanisme verplicht moeten worden. Er bestaan wel ingenieuze waarschuwingssistemen, bijvoorbeeld met LDR's, ingebouwd bij de lampen, of met reed-relais, maar die zijn of bewerkelijk in het monteren, of moeilijk af te regelen. De L.E.D.S. is geen van beide. Men onderbreekt bij deze Lamp Eventueel Doorgebrand Schakeling de stroomtoevoer naar de lamp, en schakelt de print ertussen. Verdere bedrading is overbodig. Wel is een nadeel van deze schakeling, dat iedere lamp een eigen L.E.D.S. nodig heeft. Nu is dat financieel niet zo'n probleem, want de schakeling kan vrij goedkoop gebouwd worden, maar dit betekent wel, dat men de stroomtoevoer naar bijvoorbeeld de twee remlichten moet splitsen. De L.E.D.S. heeft een ingebouwde tweekleurige LED (of, als men die niet kan vinden, een rode en een groene LED). Als de gekontroleerde lamp het doet, dan licht de BI-LED groen op, of brandt de groene LED. Weigert de lamp te doen wat ze moet doen, dan schakelt de kleur van de LED om naar rood, of dan gaat het rode eksemplaar branden. De naam van deze schakeling is dus wel zeer goed gekozen.

DOORBRANDEN VAN LAMPEN.

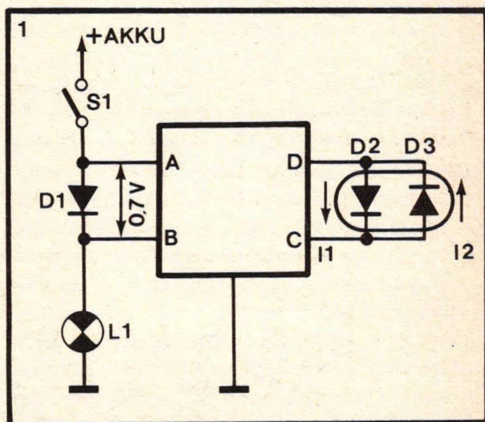
In feite zou men verwachten, dat de gloeilampenfabrikanten zich gnuivend van genoegen in de handen wrijven, bij de gedachte aan al die lampen die het na een tijdje begeven, en zich geen moer aantrekken van de oorzaken en gevolgen van zo'n incident.

Niets blijkt minder waar te zijn. In het Philips laboratorium in Aken heeft men ooit een diepgaand onderzoek gehouden naar de oorzaken van het doorbranden van lampen. Uiteraard blijft de vraag, of zo'n onderzoek nu gebeurt uit zuivere wetenschappelijke belangstelling, of dat de resultaten van dergelijk onderzoek werkelijk in de produktie gebruikt worden voor kwaliteitsverbetering.

Maar terzake. Het doorbranden van een lamp blijkt een ingewikkeld fisisch gebeuren te zijn, waarbij heel wat hogere natuur- en wiskunde te pas komt, wil men het proces in formules inbedden.

De hoofdoorzaak is, dat uit de gloeiende gloeidraad een voortdurende stroom van draaddeeltjes ontsnapt, die op de koudere delen van de konstruktie neerslaan (het zogenaamde zwart worden van de lamp). Dit noemt men materiaal-diffusie. Nu zijn er in de gloeidraad

Figuur 1. Aan welke eisen de te ontwerpen schakeling moet voldoen volgt uit dit principe schema.



uiteraard kleine konstruktiefouten, en daarmee begint de ellende. Want in deze 'hete plekken' loopt de temperatuur zeer hoog op, met als gevolg dat op die plaatsen meer materiaal verdampt. De draad wordt hierdoor plaatselijk dunner, de weerstand stijgt, de temperatuur

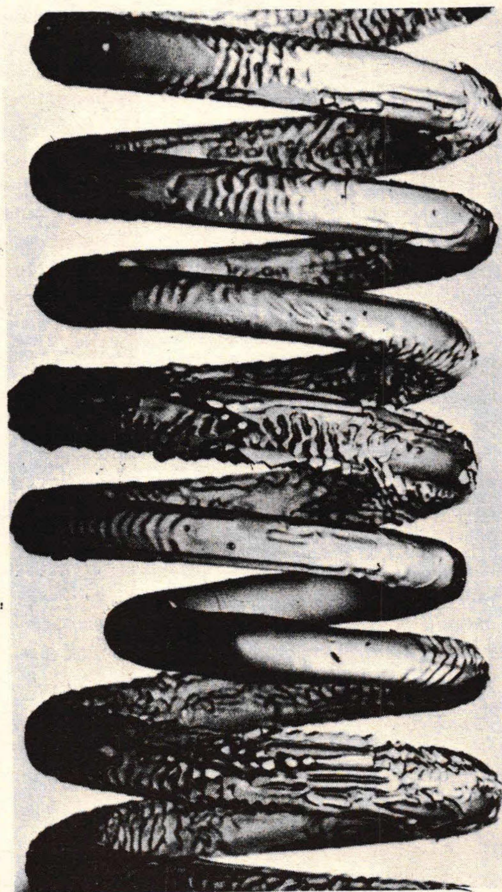
TOTALE BOUWPRIJS: FL 17

loopt nog meer op, nog sneller verdampt de draad en na een bepaalde gebruiksduur doet de lamp 'ping' en alles wordt donker.
Op bijgaande foto, gepubliceerd in het 'Philips Technisch Tijdschrift' ziet men (enigszins vergroot) de gloeidraad van een 12 volt, 55 watt halogeen autolamp, aan het einde van haar latijn. Duidelijk onderscheidt men de verzwakte plekken, waar een deel van het materiaal is verdampt.

HET PRINCIPE VAN DE SCHAKELING

In figuur 1 wordt voorgesteld, hoe we kunnen detekteren of een lamp, die onder spanning staat, wel of niet brandt. Gebruik wordt gemaakt van de algemene eigenschap van silicium-diodes, die zegt dat de spanning over de geleidende diode ongeveer konstant blijft op een waarde van 0,7 volt. Deze zogenaamde geleidingsspanning van de diode is binnen zeer ruime grenzen onafhankelijk van de stroom die door de halfgeleider vloeit.
Als men de lampschakelaar S 1 sluit, dan gaat er, in de veronderstelling dat de lamp O.K. is, een stroom vloeien van de positieve akkuklem door de serieschakeling van schakelaar S 1, diode D 1 en lamp L 1. Over de diode ontstaat hierdoor een spanning van 0,7 volt. Deze spanning is dus alleen aanwezig als de lamp brandt. De op de diode aangesloten schakeling zal het wel of niet aanwezig zijn van deze kleine spanning gebruiken voor het sturen van de verklikkerlampjes.
Voor deze verklikkerlampjes hebben we gekozen een bi-polaire LED, maar men kan eveneens twee afzonderlijke LED's gebruiken. Een LED is een diode, die als men de anode positief maakt ten opzichte van de katode, licht gaat uitstralen. De kleur van dit licht is afhankelijk van het materiaal, waaruit de LED is vervaardigd. Tegenwoordig heeft men rode, gele en groene LED's. Naar een geschikt halfgeleider element voor blauwe lichtgevende diodes wordt naarstig gezocht. Een bi-polaire LED is niets anders dan de kombinatie van twee afzonderlijke LED's in één omhulling. De halfgeleiders zijn dan anti-parallel geschakeld, dus anode aan katode en vice versa. De kleur die de LED uitstraalt is afhankelijk van de stroomrichting door het element.

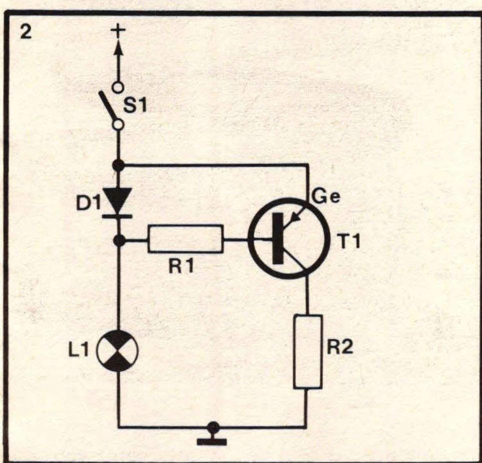
Een sterk vergrote opname van een gloeidraad van een halogeen autolamp, die het niet lang meer zal maken (Foto: Philips Technisch Tijdschrift).



Helaas zijn deze BI-LED's nog zeldzaam en duur. Indrukwekkend is het natuurlijk wel, als zo opeens de kleur van een 'lampje' verandert! Men kan natuurlijk eveneens een BI-LED namaken, door een rode en een groene op de getekende manier te schakelen.
Het gebruik van deze indikatie heeft wel als konsekwentie, dat de elektronische schakeling in staat moet zijn, om de stroomrichting tussen de uitgangsklemmen C en D om te schakelen. Als de lamp, die getest wordt goed is, en er dus 0,7 volt spanningsverschil tussen de ingangsklemmen A en B staat, dan moet de stroom van D naar C vloeien (I 1), zodat de groene LED D 2 brandt. Is de lamp stuk, dan valt er geen spanning tussen de ingangen A en B. De stroom moet nu van klem C naar klem D vloeien (I 2), zodat de rode LED D 3 opgloeit.
Er worden dus nogal wat ongewone eisen gesteld aan de schakeling. Toch kan een en ander met slechts 3 transistoren gerealiseerd worden.

DE STROOMDETEKTOR.

Het eerste deel van de schakeling, waarvoor één transistor gebruikt wordt, detekteert het vloeien van stroom door de auto-lamp en zet de kleine spanning van 0,7 volt om in een fors signaal van 12 volt.
Hoe dit gebeurt is in figuur 2 getekend.

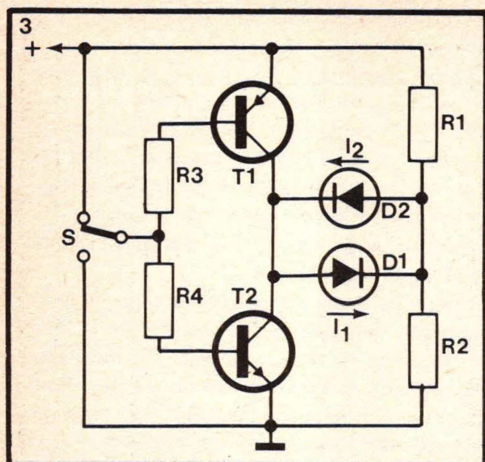


Figuur 2. Met deze schakeling kan men het al dan niet branden van een lamp omzetten in een signaal van 12 of 0 volt.

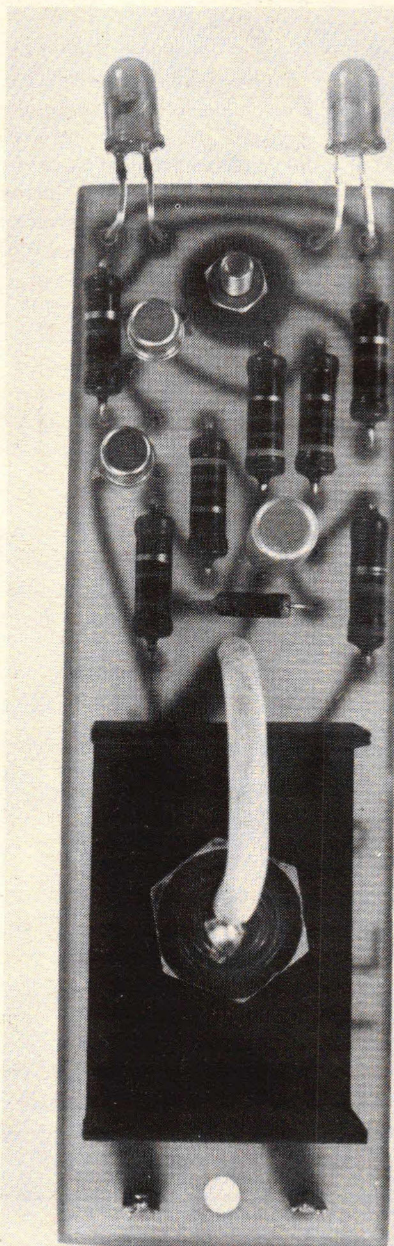
De transistor T 1 moet een germanium eksemplaar zijn.
Stel dat de lamp L 1 kapot is en men de schakelaar S 1 sluit. De voedingsspanning van 12 volt komt rechtstreeks op de emitter van de transistor. Via D 1 en R 1 zal ook de basis op akku-potentiaal komen. Er is dus geen spanningsverschil tussen basis en emitter en de transistor spert. Over de weerstand R 2 staat geen spanning.
Als men de lamp vervangt door een nieuw eksemplaar, dan gaat er stroom vloeien en daalt de spanning op de katode van D 1 met ongeveer 0,7 volt. Zoals men weet is de geleidingsspanning van een germanium transistor ongeveer 0,3 volt. De basis is nu aangesloten op een spanning, die 0,7 volt lager is dan het emitterpotentiaal. Er gaat een stroom door de basisemitterjunktie vloeien, waardoor de transistor volledig in verzadiging gestuurd wordt. Met andere woorden: over de emitter-kollektorjunktie blijft slechts een zeer kleine restspanning staan en over weerstand R 2 valt ongeveer de volledige akkuspanning.
De werking van de schakeling kan als volgt samengevat worden. Als de auto-lamp brandt, dan verschijnt er over weerstand R 2 een spanning van bijna 12 volt. Als de lamp niet brandt dan is de spanningsval over de weerstand nul.
Deze informatie wordt in het tweede deel van de L.E.D.S. omgevormd tot de gewenste stroompolariteit.

DE LED-STURING

De gebruikte schakeling, getekend in figuur 3, doet enigzins denken aan een komplementaire eindtrap van laag-frekwent eindversterkers.
Een NPN en een PNP transistor staan in serie geschakeld tussen de voeding en de massa. De basissen worden uit een gemeenschappelijk signaal gestuurd, voorlopig voorgesteld door een schakelaar S.
De LED's (of de BI-LED) zijn geschakeld tussen de kollektoren en een spanningsdeler, opgebouwd uit de gelijke weerstanden R 1 en R 2.
Stel, dat de schakelaar S met massa wordt verbonden. Transistor T 2 kan niet geleiden, daar de basis met massa verbonden wordt. Transistor T 1 gaat echter naar zijn verzadigingstoestand, daar er een flinke stroom vloeit van de akkuspanning, door de emitterbasisjunktie en



Figuur 3. Het omkeren van de stroom door de indikator-LED's kan met deze schakeling, afgeleid uit de versterkertechniek.



weerstand R 3 naar massa. Het gevolg is, dat het knooppunt van beide kollektoren met de voedingsspanning verbonden wordt. Door de LED D 1 zal er een stroom I 1 naar massa vloeien, via weerstand R 2. Deze rode LED gaat branden.

Men schakelt nu de schakelaar om. Het knooppunt van de weerstanden R 3 en R 4 wordt met de voedingsspanning verbonden. Transistor T 1 spert (geen spanningsverschil tussen basis en emitter), maar transistor T 2 krijgt volop basisstroom uit de voeding via weerstand R 4.

Het gemeenschappelijk kollektorpunt komt aan massa. Er gaat nu een stroom I 2 vloeien door R 1 en de LED D 2, en deze licht groen op, omdat het toevallig een groen eksemplaar is.

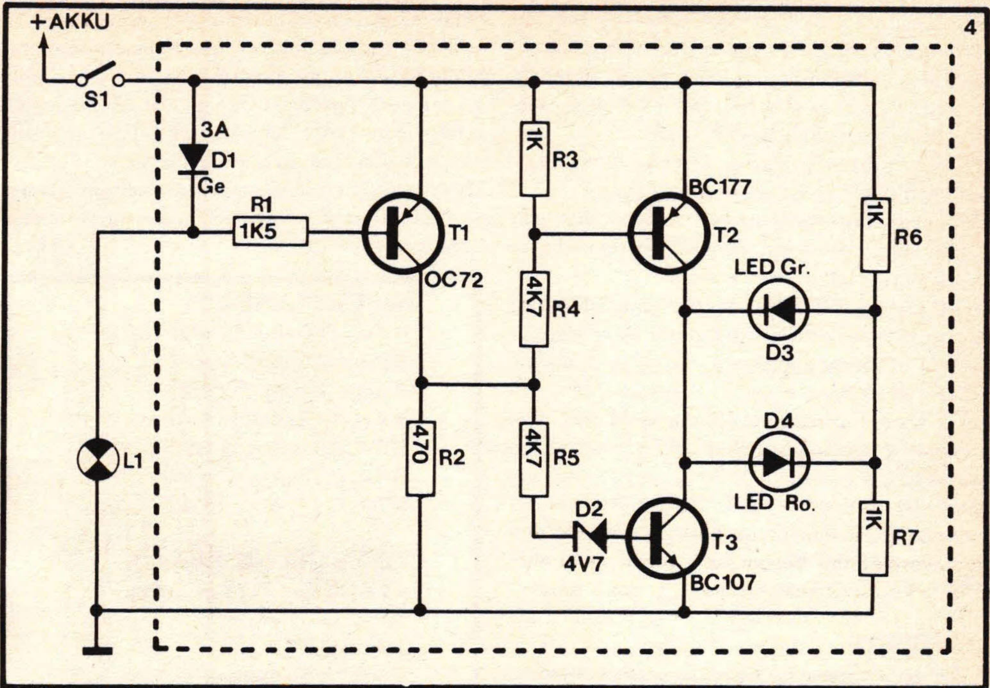
Het zal duidelijk zijn, dat men het knooppunt van de beide basisweerstanden maar met weerstand R 2 uit figuur 2 hoeft te verbinden, om het volledige sisteem te krijgen.

Toch schuilen er nog enige addertjes onder het gras.

HET TOTALE SCHEMA

In figuur 4 is het volledige schema van de L.E.D.S. getekend. Men herkent de besproken deelschakelingen, maar stelt vast dat in de basisstuurkringen van de twee eindtransistoren een weerstand en een zenerdiode ekstra zijn opgenomen. Deze zijn hoogst noodzakelijk, zoals zal blijken!

Uit de bestudering van figuur 3 volgt dadelijk, dat het nooit ofte nimmer mag voorkomen, dat beide transistoren gelijktijdig geleiden. De akku wordt dan namelijk kortgesloten naar mas-



Figuur 4. Het volledige schema van deze 'lamp-eventueel-doorgebrand-schakeling-dedektor'.

sa! Nu zal deze laatste een dergelijk kortstondig kortsluitinkje waarschijnlijk een leuke afwisseling vinden in het eentonige akkumulatorbestaan, maar de halfgeleiders delen deze mening niet! Ze geven dadelijk de geest.
De weerstand R 3 en de zenerdiode D 2 uit figuur 4 verhinderen het vroegtijdige afsterven van de halfgeleiders.
Wat kan er namelijk gebeuren?
Stel, dat transistor T 1 spert. Over de weerstand R 2 mag dan geen spanning verschijnen. Door deze weerstand vloeit echter de basisstroom van transistor T 2. Als de akku-spanning toevallig ekstra hoog is, dan zou het kunnen gebeuren, dat deze spanningsval groter wordt dan 0,7 volt, waardoor transistor T 3 eveneens in geleiding zou komen. De in de basiskring opgenomen zenerdiode zorgt er echter voor, dat dit niet kan gebeuren, tenzij de spanning over R 2 groter zou worden dan 5 volt, en dit kan in deze toestand nooit.
Stel vervolgens, dat transistor T 1 geleidt. Over weerstand R 2 moet dan de volledige akku-spanning vallen, zodat T 3 geleidt en T 2 spert. Als transistor T 1 echter geen al te grote versterkingsfaktor heeft, dan zou het kunnen gebeuren, dat de halfgeleider niet volledig in verzadiging komt, waardoor de spanning over R 2 enigzins lager is dan de voedingsspanning. In dit geval zou transistor T 2 kunnen gaan geleiden, met de reeds genoemde beweenlijke gevolgen. Door toevoegen van de weerstand R 3 wordt de basis van T 2 met de voeding verbonden, zodat de geschetste situatie geen nare gevolgen heeft.

DE BOUW

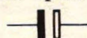
In figuur 5 en figuur 6 en in de grote foto zit voldoende informatie om de bouw tot een goed einde te brengen. Zoals reeds gezegd, moet transistor T 1 en PNP germanium eksemplaar zijn. Men kan bijvoorbeeld de stokoude OC 72 of OC 76 gebruiken, of de moderne AC 121.
De diode D 1 moet minstens 3 ampère kontinu kunnen verdragen. Er zijn ontzettend veel diodes op de markt, met de meest vreemdsoortige kodes. Wijzelf gebruikten een diode uit het BI-Pak pakket U-16. Wel eerst even testen na-

tuurlijk, met een universeelmeter of met de 'Testy'. Deze diode zit in een DO-4 maatpak.
Het is noodzakelijk om deze halfgeleider te koelen. Bruikbaar is een koelprofieltje type SK 09, met een lengte van 37,5 mm.
Uit een stukje dik aluminium kan men uiteraard zelf het U-vormige profiel buigen.
De twee dikke printsporen moeten met een flinke laag soldeertin bedekt worden, dit in verband met de grote stromen.
Als U een BI-LED kunt vinden, dan soldeert u die op een van de LED-plaatsen. Daar we niet weten, of de aansluitkode van twee-kleurige LED's gestandaardiseerd is, moet men een proefopstelling maken, bijvoorbeeld met drie in serie geschakelde platte 4,5 volt batterijen als akku en een klein 12 volt lampje als testlamp. Men soldeert de BI-LED in de print, en beweert hij dat de lamp goed is, als iedereen kan waarnemen dat ze niet brandt, dan soldeert men de LED om.

MONTAGE

Over de montage kan weinig gezegd worden, omdat die helemaal afhankelijk is van het aantal lampen dat u belangrijk genoeg acht om permanent onder kontrole te houden. U zult tevergeefs zoeken naar een massa-aansluiting op de print. Deze komt automatisch tot stand, als u de prints met de metalen afstandsbusjes op het chassis van de auto schroeft.

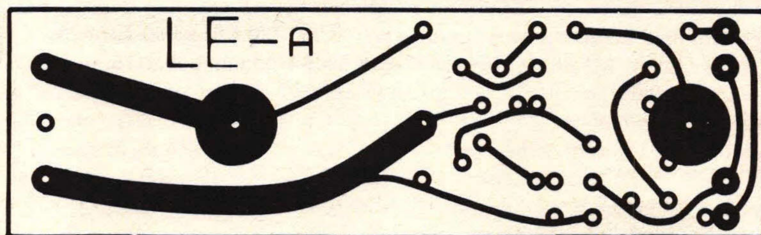
Zoals reeds in de ondertitel gezegd, moet er wel wat herbekabeld worden in de automobiel, zodat U wel enige uren onder Uw rijdend blik zal moeten doorbrengen, al of niet in gezelschap van enige vlekjes (TV-loze mensen snappen daar natuurlijk niets van).
Uiteraard moet alles zorgvuldig gekontroleerd worden, alvorens men zich weer op de openbare weg vervoegd.



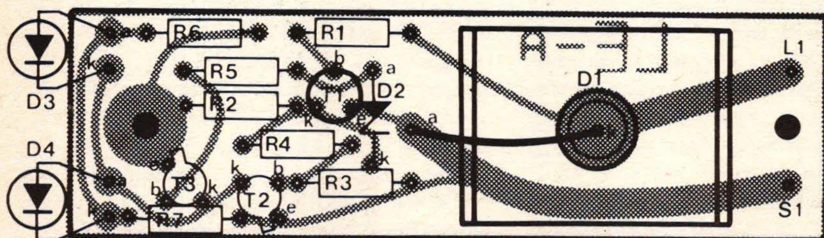
WEERSTANDEN:
R 1= 1,5 kohm, 1/4 watt
R 2= 470 ohm, 1/2 watt
R 3= 1 kohm, 1/4 watt
R 4= 4,7 kohm, 1/4 watt
R 5= 4,7 kohm, 1/4 watt
R 6= 1 kohm, 1/4 watt
R 7= 1 kohm, 1/4 watt

HALFGELEIDERS:
T 1=OC 72, OC 76, AC 121
T 2=BC 177 A
T 3=BC 107 A
D 1=3 A Si-diode
D 2=4,7 V zener, 1/4 watt
D 3=groene LED (zie tekst)
D 4=rode LED (zie tekst)

DIVERSEN:
Een koelplaatje SK 09, 37,5 mm

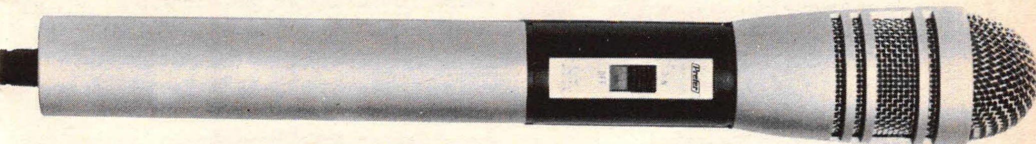


Figuur 5. De print LE-a van de L.E.D.S.



Figuur 6.

HH HALTRONIC HH
Hoensbroek Grubbelaan 2
Tel. 045 - 214546

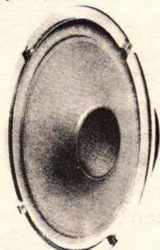


71,35 **EL-71U**

Reeds een electret condenser mikrofoon met nierkarakteristiek voor een zeer lage prijs. Vele toepassingsmogelijkheden.

'n greep uit ons luidsprekerprogramma:

HL 1-0,2W	400/4.500 Hz	**2,95**
HL 2- 1W	140/16.000 Hz	**5,15**
HL 3- 2W	140/10.000 Hz	**7,85**
HL 4- 5W	75/15.000 Hz	**20,55**
HL 5- 8W	50/19.000 Hz	**20,—**
HL 6-10W	42/20.000 Hz	**28,—**
HL 7-15W	1.500/20.000 Hz	**19,75**



HL 8-15W	30/1.200 Hz	**27,85**
HL 9-20W	700/7.000 Hz	**14,35**
HL 10-30W	50/10.000 Hz	**43,50**
HL 11-30W	2.000/20.000 Hz	**24,45**
HL 12-40W	30 20.000 Hz	**44,95**
HL 13-60W	700/10.000 Hz	**48,70**
HL 14-80W	2.500/20.000 Hz	**37,75**

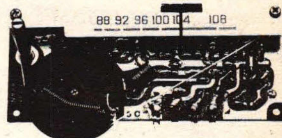


Hi-fi kwaliteit condensator microfoon **75,—**

RE 4. Nagalm unit. **17,50**
2 speakers ingang 15 ohm
2 speakers uitgang 30 ohm
Nagalmtijd 2,5 seconden.

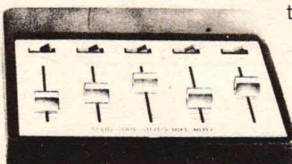
Uit ons IC programma:
SN 7442 - **5,20**
SN 7447 - **7,50**
SN 7490 - **3,95**
TAA 861A - **3,95**

SIEMENS

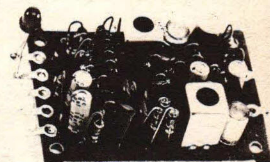


F.M. afstemeenheid ST-300C
88-108 MC 6 sillicium transistor **47,50**

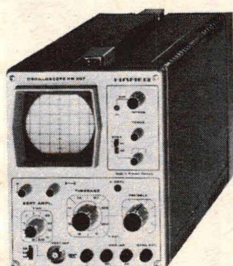
Printplaat op maat
Epoxy enkelz. 1,6 mm **1,—**
Prijs per dm²
Phenol enkelz. 1,6 mm **0,66**



MPX 1000 Mengpaneel **175,—**
20-20.000 HZ 2 mike ingangen
2 grammofoon ingangen (stereo)
2 bandrecorder of tuner ingangen



D 45 Bijpassende stereo decoder **44,50**

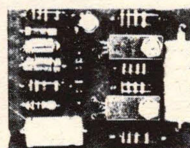


bandbreedte 0-8 MHz
gevoeligheid 50 mV/cm
geijkte ingangsverzwakker
volledig getransistoriseerd
in- en externe synchronisatie

ALLÉÉN BIJ HALTRONIC: 625,—

HAMEG TYPE HM 207

Enorme Topper!
3 Watt Inbouw Verst.
12 V Voeding



à 14,95

2 voor **25,-**

Eindversterkermodule voor 'zwarte-doosjes-versterker	**57,50**
Originele koelblok hiervoor, lengte 5 cm	**2,95**
Lichtorgelmodule	**15,50**

Leveringen onder rembours of tegen vooruitbetaling boven *f* 25,—.
Denkt u aan de portokosten!
Inlichtingen alleen telefonisch.
Prijzen incl. 16 % BTW.
Maandagmorgen gesloten.

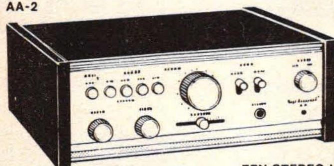
HH HALTRONIC HH **Hoensbroek Grubbelaan 2 Tel. 045 - 214546**

SEK

KENT U EAGLE?

Deze maand een grandioze aanbieding in Hi-Fi apparatuur

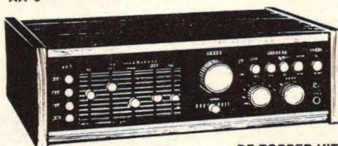
AA-2



EEN STEREO VERSTERKER VAN HiFi KLASSE, die zijn fraaie uiterlijk paart aan zeer goede specificaties.
2 x 10 watt R.M.S. 8 ohm
(2 x 20 watt M.V.).
Frequentiebereik: 25-20.000 Hz.
Ingangen voor: Magn/Ker. P.U. - Tape - Tuner.
Afmetingen: 275 x 96 x 220 mm.
Teak - zilver front.

f 199,-

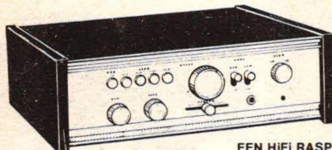
AA-6



DE TOPPER UIT DE EAGLE HiFi SERIE.
2 x 20 watt R.M.S. - 8 ohm.
(2 x 40 watt M.V.).
Frequentiebereik: 15-36.000 Hz.
Uitgevoerd met speciale toonregeling!
Ingangen: Magn/Ker. P.U. - Tape en Tuner.
Uitvoeringen: Teak met zwart front of Teak met zilver front.

f 352,-

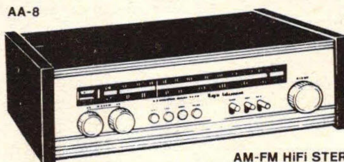
AA-4



EEN HiFi RASPAARDJE uit de Eagle stal.
2 x 20 watt R.M.S. - 8 ohm.
(2 x 40 watt M.V.).
Frequentiebereik: 15-36.000 Hz.
Ingangen voor: Magn/Ker. P.U. - Tape-Tuner.
Afmetingen: 330 x 100 x 270 mm.
Teakhout - Zilver front.

f 268,-

AA-8



AM-FM HiFi STEREO TUNER
Top-klasse met Fet ingang.
Antenne impedantie 75/300 ohm.
Gevoeligheid: 3µV
Met regelbare uitgangsspanning 0-1000 mV.
Afm.: 330 x 97 x 270 mm. (Past bij AA-6; AA-4 en AA-2)
Uitvoering: Teakhout met zilver front.

f 289,-

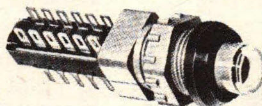
Bestel onze uitgebreide katalogus d.m.v. overmaking van f 2,50 op gironr. 2907761 t.n.v. SEK Ned. b.v. Hilversum.

SEK PRIMEUR!

SCHADOW DRUKSCHAKELAAR



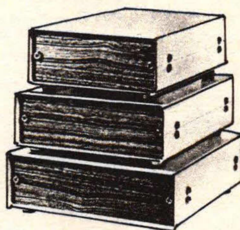
4 x OM met visoogindicatie



SEK-prijs
f 2,95
per stuk.

NIEUW...

PROFESSIONELE KASTEN



LEVERBAAR IN DIVERSE UITVOERINGEN!

Type	Afmetingen	Prijs	Type	Afmetingen	Prijs
0	150x230x 80	f 29,50	7	250x230x120	f 35,--
1	200x230x 80	f 31,50	8	300x230x120	f 37,50
2	250x230x 80	f 32,50	9	350x230x120	f 39,75
3	300x230x 80	f 34,--	10	150x200x 60	f 28,50
4	250x230x100	f 34,--	11	175x200x 60	f 29,50
5	300x230x100	f 35,--	12	200x200x 60	f 29,50
6	350x230x100	f 37,50			

SEK MINI VOORDEELTJES:

1. Zakje met 100 printweerstanden goed gesorteerd **f 2,95**
2. Zakje met 18 draadgewonden weerstanden, veel voorkomend type o.a. voor televisie **f 2,95**
3. Automatische zekeringen o.a. 220 volt 5 ampère en 220 volt 8 ampère. Per stuk **f 2,25**
4. Zware klemmenstrook 6 x 2 schroefverbindingen. Per stuk **f 0,50**
5. Philips Dome tweeter AD 0160T8 Per stuk **f 22,95**
6. Schuimplastic windkap voor mike, keuze uit 5 modellen Per stuk **f 9,95**
7. Zakje met 50 polyester condensatoren, modern, goed gesorteerd Per zakje **f 2,95**

AA-38SB



EAGLE HiFi PLATENSPELER.
Compleet met het top element FF-12E (Elliptische naald).
Snelheden: 33-45 toeren.
Wow/Flutter beter dan 0,05%
Rumble beter dan 63 dB.
Pick-Up arm met volledige compensatie (o.a. zijdrukcompensatie).
Uitvoering: Compleet met PU-element, stainless-steel voet en stofkap (Din aansluitingen).
f 527,50

AA-48SB



HiFi PLATENSPELER.
(Zie AA-38SB.)
Wow/Flutter beter dan 0,12%.
All balance arm.
Uitvoering: Compleet met Elliptisch MD-element FF-12E, stainless-steel voet en getinte stofkap.
f 425,-

AA-58SB



De bekende **GOLDRING G-101 HiFi PLATENSPELER** in Eagle uitvoering!
Snelheden 33 en 45 toeren.
Wow/Flutter: beter dan 0,12%.
Rumble: Beter dan 40 dB.
Motor: 16-polig.
Aandrijving: Snaar.
Arm: All balance.
Uitvoering: Compleet met HiFi MD-element LC-07, stainless steel voet en stofkap (Din aansluitingen).
f 325,-

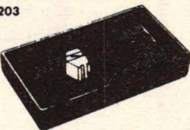
AA-18B-W



De voordeligste **EAGLE HiFi PLATENSPELER.**
Een klasse apparaat voor de laagst mogelijke prijs!
Snelheden: 33, 45 en 78 toeren.
Motor: Afgeschermd.
Arm: All balance; met zijdruk-compensatie.
Uitvoering: Compleet met stalen voet (naar keuze wit of zwart) stofkap en Din-aansluitsnoer.
f 199,50

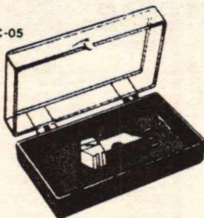
ONZE ENGELSE PARTNERS NOEMEN EAGLE HiFi PICK-UP ELEMENTEN 'VERY FINE'.

J-2203



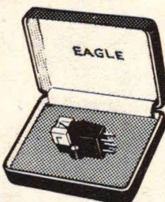
Uitgangsspanning 6 mv per kan
Frequentiebereik 30-18.000 Hz
Kan scheiding 28 dB
Kan Balance ± 2 dB
Aanbevolen naalddruk 2 gram
Retma systeem
f 34.50

LC-05



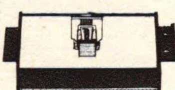
Uitgangsspanning 6 mv per kan
Frequentiebereik 30-18 000 Hz
Kan scheiding 20 dB
Kan Balance 1.5 dB
Aanbevolen naalddruk 2-4 gram
Retma systeem
f 37.50

LC-07



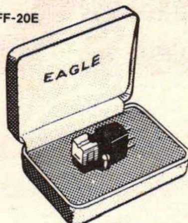
Uitgangsspanning: 7 Mv. per kan
Frequentiebereik: 20-21.000 Hz
Kan.scheiding: 28 dB.
Kan.balance: ± 1 dB.
Radiale naald: 0.7 mil.
Aanbev. naalddruk: 1,5-2,5 gram
Retma systeem.
f 49,50

FF-12E



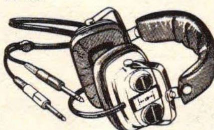
Uitgangsspanning 5 Mv. per kan.
Frequentiebereik: 20-25.000 Hz.
Kan.scheiding: 30 dB.
Kan.Balance: ± 1 dB.
Elliptische naald: 0.3 x 0.8 mil.
Aanbevolen naalddruk: 1,5-2 gram.
Retma systeem.
f 69,70

FF-20E



Uitgangsspanning: 5 Mv. per kan.
Frequentiebereik: 20-20.000 Hz.
Kan.scheiding: 28 dB.
Kan.balance: 1 dB.
Elliptische naald: 0.3 x 0.8 mil.
Aanbevolen naalddruk: 1-2 gram.
Retma systeem.
f 84,50

FF-44



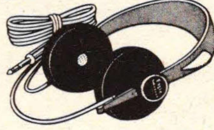
4-KANAALS HOOFDTELEFOON voor **QUADROFONIE** weergave.
Frequentiebereik: 18-21.000 Hz.
Impedantie: 8 ohm (geschikt voor 8-16 ohm).
Uitvoering: Mat wit / Zwart leder.
f 159,50

FF-29



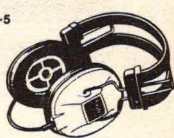
4-KANAALS HOOFDTELEFOON voor **QUADROFONIE** weergave.
Frequentiebereik: 20-20.000 Hz.
Impedantie: 8 ohm (8-16).
Uitvoering: Mat wit / Zwart kunstleer.
f 119,-

SE-70



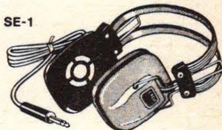
REFLEX STEREO HOOFDTELEFOON.
NIEUW! Uitgevoerd met polyester-film transducers voor een sublieme weergave.
Frequentiebereik: 25-20.000 Hz.
Imp.: 8 ohm (8-16).
Uitvoering: mat chroom / leder bekleding.
f 69,50

SE-5



STEREO HOOFDTELEFOON.
Frequentiebereik: 30-15.000 Hz.
Imp.: 8 ohm (8-16).
Uitvoering: Wit met zwart kunstleer.
f 24,90

SE-1



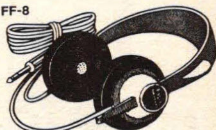
STEREO HOOFDTELEFOON met dubbele beugel.
Frequentiebereik: 25-15.000 Hz.
Impedantie: 8 ohm (8-16).
f 37,50

SE-30



STEREO HOOFDTELEFOON met volume regeling, per oorschelp en stereo/mono schakelaar.
Uitvoering: Mat zwart met zwart leder.
f 59,50

FF-8



Eenvoudige robuuste hoofdtelefoon.
Frequentiebereik: 60-12.000 Hz.
Imp.: 8 ohm (8-16).
f 13,95

G-800

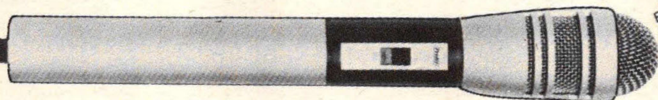


STEREO HOOFDTELEFOON.
Uitgevoerd met 60 mm Ø weergave systemen met mylar conus.
Frequentiebereik: 25-18.000 Hz.
Imp.: 8 ohm (8-16).
Uitvoering: mat-grijs met zwart leder bekleding afneem-/wasbaar
f 74,75

EAGLE  **MET 2JAAR GARANTIE**

SEK

Kwaliteitsmikrofoons voor een betaalbare prijs



Electret condenser met FET

f 79,45

EL-71U

Reeds een electret condenser mikrofoon met nierkarakteristiek voor een zeer lage prijs.
Vele toepassingsmogelijkheden.



Electret condenser met FET

UMC-7103

Een universele mikrofoon, die door zijn fraaie slanke vorm prettig in de hand ligt en gemakkelijk op een standaard toegepast kan worden.

f 98,–



WX-205

FM-zender/microfoon

SEK-prijs **f 34,50**



WE-901

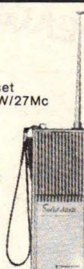
FM-zender/microfoon hifi

SEK-prijs **f 89,50**

COLONEL

walkie talkie set
7 trans/100MW/27Mc

SEK-prijs
f 99,–
(per set)



SERGEANT

walkie talkie set
5 trans/27Mc

SEK-prijs
f 39,50
per set.



G 23

30,000 OPV MULTI-METER

f 89,50

DC volt: 0-0.6, 3, 15, 60, 300, 600, 1,200 (30,000 opv). AC volt: 0-6, 30, 120, 600, 1,200 (15,000 opv). DC current: 0-30 uA, 3 mA, 30 mA, 600 mA. R: 0-8K, 80K, 800K, 8 meg. Decibels: −20 to +17. 140 x 96 x 38 mm.



EP 100 LN

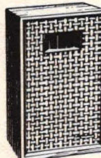
100,000 OPV

f 194,50

DC volt: 0-0.12, 0.6, 3, 12, 30, 120, 600 volts. AC volt: 0-6, 30, 300, 600 volts. DC current: 0-12 uA, 600 uA, 12 mA, 300 mA, 12 A. R: 0-10 K ohms, 0-1 M ohms, 0-10 M ohms. Decibels: −20 dB to +18 dB. Transistor: ICO 0-12 uA, Alpha 0-0.9965, Beta 0-280. 165 x 125 x 60 mm.



AA22/24

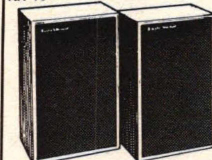




Deze beide **GELUIDSWEERGAVE-SYSTEMEN** van Eagle munten niet alleen uit door sublieme weergave; ook de vormgeving en uitvoering zijn zeer doordacht en verantwoord.
De technische gegevens luiden:
Vermogen: 15 watt R.M.S. (30 watt M.V.).
Impedantie: 8 ohm.
2-weg systeem.
Afmetingen: 385 x 255 x 180 mm.
Uitvoering: Java-Teak.

f 109,–

AA-16



Een uitgezocht stel **LUIDSPREKER-BOXEN** voor een redelijke prijs.
De kwaliteit is zonder meer goed.
Vermogen 8 watt R.M.S. (16 watt M.V.).
Impedantie 8 ohm.
Frequentiebereik: 40-19.000 Hz.
2-weg systeem (1 bas - 1 hoog)
Afmetingen: 360 x 224 x 160 mm.
Uitvoering: Teak-hout, mat / Houtskoolkleurig doek.

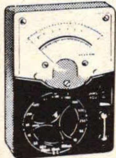
f 174,– per paar

10,000 OPV MULTI-METER

EP 10 KN

f 69,75

DC volt: 0 to 0.5, 2.5, 10, 50, 250, 500, 1,000 volts (10,000 opv). AC volt: 0 to 10, 50, 250, 500, 1,000 volts (4,000 opv). DC current 0 to 100 uA, 25 mA, 250 mA. R: 0 to 30 K, 300 K, 7 meg. Decibels: −10 to +22 dB. 127 x 83 x 30 mm.



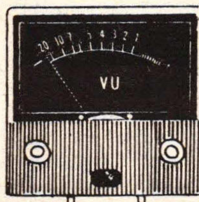
TT 144

DYNAMIC TRANSISTOR TESTER

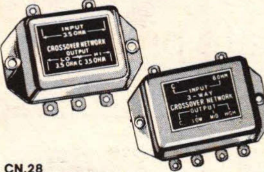
f 59,95



V-41



V.U. / OUTPUT-METER.
Van −20 tot +3 dB en 0-100%
Gevoeligheid 130 μA
Inwendige weerstand: 1200 ohm
Afmetingen 40 x 40 x 29 mm
f 15,95



CN.28
2-delig scheidingsfilter voor de hobbyïst, crossover freq. 3000 Hz **f 8,50**

FF.5
3-delig scheidingsfilter met scheidingsfrequenties op 1000 en 5000 Hz. **f 22,95**

G 21



20,000 OPV MULTI-METER

f 66,50

DC volt: 0 to 5, 25, 125, 500, 1000 (20,000 opv).
AC volt: 0 to 10, 50, 250, 1000 volts (10,000 opv).
DC current: 0 to 50 uA, 250 mA.
R: 0 to 60 K, 6 Meg.
Decibels: −20 to +22 dB.
120 x 78 x 27 mm.

K 200

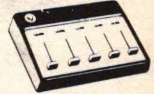
FET MULTIMETER



f 299,–

DC volt: 0 to 0.3, 1, 3, 10, 30, 100, 300, 1,000 volt. (Input resistance 10 megohm) AC: 0 to 0.3, 10, 30, 100, 300, 1,000 volt (Input resistance 10 megohm). Freq. resp. 20 Hz to 3 MHz ± dB.
DC current: 0 to 30 uA, 300 uA, 1 mA, 3 mA, 10 mA, 30 mA, 100 mA, 300 mA.
AC current: 0 to 30 uA, 300 uA, 1 mA, 3 mA, 10 mA, 30 mA, 100 mA, 300 mA.
R: 0 to 500 ohms, 5 K, 50 K, 500 K, 5 M, 500 M. 195 x 130 x 112 mm.

MP 12



6-CHANNEL STEREO/MONO MIXER AND PRE-AMPLIFIER

f 189,–

4 Microphone switched inputs: 600 ohms 1 mV or 50 K ohms 2 mV. **Stereo phono input:** 2 x 3.5 mV by 47 K ohms (RIAA). **Output switched stereo/mono:** 2 x 250 mV. **Signal to noise:** Better than −50 dB. **Batteries:** 2 x PP3. **Dimensions:** 250 x 180 x 46 mm sloping to 28 mm.

VOOR DE DOE HET ZELVER.

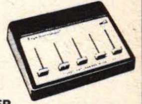
regelbaar scheidingsfilter, scheidings-frequentie 3000 Hz. belastbaar met 15 watt RMS (30 watt Mv.)

f 25,50 p/stuk.



SN 75

FF 10



7-CHANNEL STEREO PROGRAMME MIXER AND PRE-AMPLIFIER

f 199,50

2 Stereo magnetic phono inputs: 3 mV by 47 K ohms (RIAA). **1 Stereo tape input:** 100 mV by 100 K ohms. **1 Mic input:** 3 mV by 50 K ohms. **Output switched stereo/mono:** 2 x 250 mV by 50 K ohms. **Signal to noise:** Better than −50 dB. **Batteries:** 2 PP3. **Dimensions:** 250 x 180 x 46 mm sloping to 28 mm.

'EAGLE' AANBIEDING

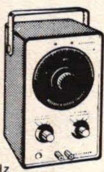
SAC 30 2x15 Watt hifi versterker voor inbouw, geheel compleet,
MET 2 JAAR GARANTIE

f 74,50

Trafo hiervoor is ook leverbaar!!

AG 71

AUDIO SIGNAL GENERATOR



f 259,50

Freq.:

Sine wave
Band A: 20 Hz-200 Hz
Band B: 200 Hz-2 k Hz
Band C: 2 k Hz-20 k Hz
Band D: 20 k Hz-200 k Hz

Sqaure wave
Band A: 20 Hz-200 Hz
Band B: 200 Hz-2 k Hz
Band C: 2 k Hz-20 k Hz
Band D: 20 k Hz-150 k Hz
± 0.5 dB 20 Hz-150 kHz
140 x 216 x 171 mm 240 volt AC

FF 11



STEREO FREQUENCY CONTROLLER AND PRE-AMPLIFIER

f 199,50

Inputs: Magnetic phono: 3 mV by 47 K ohms (RIAA). **Aux:** 200 mV by 100 K ohms. **Tape:** 200 mV by 100 K ohms. **Output switched stereo/mono:** 2 x 200 mV by 50 K ohms. **Signal to noise:** Better than −50 dB. **Batteries:** 2 x PP3. **Dimensions:** 250 x 180 x 46 mm sloping to 28 mm.

SG 70



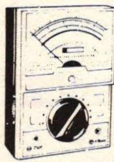
R F SIGNAL GENERATOR

f 235,–

Freq.: 120 kHz-130 MHz
100-500 MHz on harmonics.
Audio output: 8 volt modulation: 400 Hz
216 x 146 x 140 mm.

KEW 7

MULTIMETER

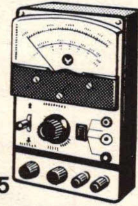


1000 Ohm p. Volt
DC volts: 0 to 10, 50, 250, 1000 volts. **AC volts:** 0 to 10, 50, 250, 1000 volts. **DC current:** 0 to 100 mA. **Resistance:** 0 to 150 K ohms (mid-scale): 3 K ohms. **Decibels:** 10 to +22 dB. **Dimensions:** 90 x 60 x 27 mm.

f 24,95

TT 145

TRANSIS-TOR/DIODE TESTER



f 109,75

Dimensions: 178 x 108 x 83 mm.

FF 32



7-CHANNEL STEREO PROGRAMME MIXER AND PRE-AMPLIFIER WITH PFL

f 229,–

2 Stereo magnetic inputs: 3 mV by 47 K ohms (RIAA). **1 Stereo tape input:** 100 mV by 100 K ohms. **1 Mic input:** 3 mV by 50 K ohms. PFL Output switched phono 1/phono 2 : 25 mV by 50 K ohms. **Output switched stereo/ mono:** 2 x 250 mV by 50 K ohms. **Signal/noise:** Better than −50 dB. **Batteries:** 2 x PP 3. **Dimensions:** 250 x 180 x 46 mm sloping to 28 mm.

SEK

UW SEK DEALER IS GEVESTIGD IN:

ALKMAAR,	RADIO ELCO,	Laat 166	072 - 16123
AMSTERDAM,	RADIO PEETERS,	van Woustraat 32-84	020 - 760333*
BREDA,	RADIO BEURS,	Karnemelkstraat 10.	01600 - 33772
EINDHOVEN,	RADIO VOGELZANG,	Willemstraat 83,	040 - 517839
EMMEN,	CR-elektronica,	Hoofdstraat 5, ·	05910 - 13580
GRONINGEN,	CR-elektronica,	Zwanestraat 24,	050 - 128890
HEERLEN,	RADIO VOGELZANG,	Akerstraat 72,	045 - 16055
HILVERSUM,	RADIO GOOILAND BV,	Langestraat 107,	02150 - 43333
LEEUWARDEN,	RADIO BOUWMAN,	Voorstreek 3,	05100 - 33044
MAASTRICHT,	RADIO VOGELZANG,	M. Smedenstraat 25,	043 - 14169
ROTTERDAM,	ELRA RADIO,	Zwartjanstraat 38.	010 - 244038

STILLE VEERKADE 11-13
TELEFOON 070-469200
DEN HAAG
POSTBUS 1415 - GIRO 201309
TELEX 32358
's Maandags gesloten

RADIO-SERVICE



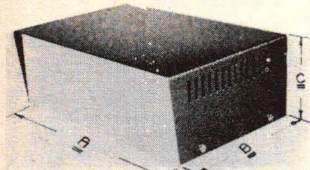
energiebesparende triac schakeling met handige hotel wipschakelaar moderne luxe vormgeving

Deze lichtregelaar laat zich op zeer eenvoudige wijze in elke bestaande inbouwdoos monteren. Door de wipschakelaar kan bij elke helderheidsinstelling aan en uit geschakeld worden.

Technische gegevens

- vermogen: te belasten met gloeilampen van 60-400 watt. kortsluitbeveiliging: glaszekering 2 Amp. flink.
- radio/TV ontstoring: volgens VDE norm 0875 Störgrad N.

29,95

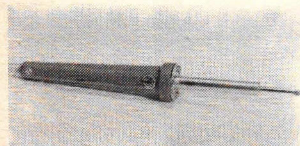


Type	A	B	C	Prijs
D 1	220	140	80	*f* 40,20
D 2	250	150	100	*f* 50,35
D 3	300	220	120	*f* 57,90

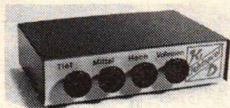
Type D 1 t/m D 3 zijn met losse voor- en achterkant.
Tevens zijn het chassis en de voorkant in aluminium uitgevoerd.

Type	A	B	C	Prijs
B 1	120	120	120	*f* 17,00
B 2	300	220	120	*f* 28,00
B 3	350	240	150	*f* 34,50
B 4	400	270	125	*f* 44,10
B 5	220	140	80	*f* 18,20
B 6	250	150	100	*f* 22,60
B 7	225	125	60	*f* 17,50
B 8	150	190	100	*f* 20,40
B 9	175	240	120	*f* 23,00
B 10	200	240	120	*f* 26,70

Voor alle Types zijn aluminium Chassis leverbaar.



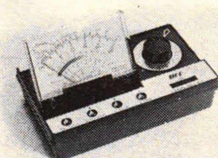
„WELLER"
25 Watt *f* 14.95



Driekanaals lichtorgel
Maximale belasting 3 x 1000 watt
3 x 300 watt kontinu
Uw eigen lichtshow voor ***f* 69,50**



Philips Motor
110 V 50 Hz 2 W.
8 omw/m
***f* 5,95**
eenvoudig geschikt te maken voor 220 V door middel van een weerstand van 3K3 5 W. Bovenstaande prijs is incl. weerstand.



LT 801
20.000 Ohm-Volt
f 44,—

Inductie Motor
110-220 V
50 Hz 160 Watt
2800 toeren
***f* 19,50**
Idem 110 V 60 Hz met aansluitgegevens *f* 4,75



VALVO
VARICAP FM TUNER
FD1A
***f* 52,50**

AMTRON DEALER



Opbouw toerenteller
000 toeren
en 12 volt.
***f* 39,50**

Ekstra Speciale AANBIEDING

9710 M
10 watt 7 ohm
***f* 47,50**

1050 M7
10 watt 7 ohm
***f* 49,50**

Dome Tweeter AD0160T8
10 watt 8 ohm
***f* 19,50**

's MAANDAGS GESLOTEN

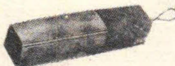


Condensator microfoon 600 Ohm incl. windkap ***f* 39,50**

Sennheiser

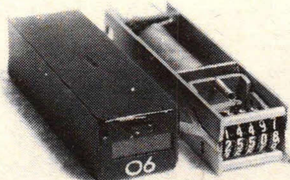


200 Ohm
Microfoon met zwanenhals ***f* 69,50**
Idem zonder zwanenhals echter met kabelhaspel ***f* 57,50**



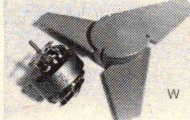
FM microfoon
***f* 47,95**

DIT KOMT NOOIT MEER:
"TWENTHE" AANBIEDING
TELRELAIS 6 VOLT
4 CIJFERS à *f* 1,25
10 STUKS VOOR *f* 10,—

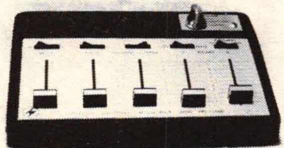


TELRELAIS

EKSTRA SPECIALE AANBIEDING



Vin + Motor
20 cm Ø
kleur blauw
220 volt
Koele lucht voor *f* 7,95



Monacor mengpanelen

MPX1000
Stereo 2x P.U. + Tuner + Rec. + 2x microfoon

MPX2000
Idem met koptelefoon afluistering schakelaar ***f* 225,–**

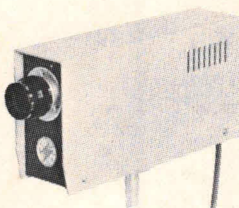


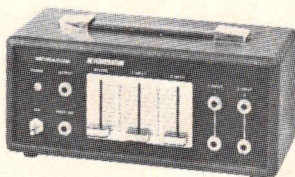
CR-ELECTRONICA

JUBILEERT!

op 15 april bestaan wij 40 JAAR





REV-25 professionele nagalmversterker, 4 ingangen.
Jubileumprijs **f 99,50**

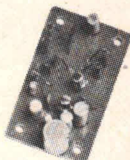
EC 712 TV-camera voor amateurgebruik, hoge kwaliteit. Standaard objectief 1: 1,6/16mm, video bandbreedte 6 MC, gewicht 3 kg., alleen deze maand
f 742,50.

JUBILEUM VOORDEEL!!! PRIJZEN GELDEN ALLEEN IN APRIL

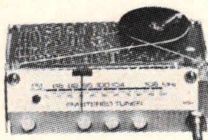


NIEUW

NIEUW PA-2 voorversterker, omschakelbaar voor magnetisch P/u element toonkop of microfoon ruisarme Sillisium transistoren. Ingang 50 k ohm – 3,5 mv, voeding ca. 9 volt **f 14,75**









STEREO TUNER model ST 345, geheel compleet gemonteerd, kanaalscheiding groter dan 30 DB/CR
jubileumprijs
f 74,50



SI 40 soldeerbout in pistoolvorm, 220 volt, 30 watt, uitwisselbare stift, goede kwaliteit, prijs uitzonderlijk laag **f 9,95**



Als **PA-4** doch in stereo uitgevoerd met omschakelaar en knop **f 32,50**

40 JAAR ELEKTRONISCH PROGRESSIEF

CR-electronica

'CR-Electronica Groningen'
Zwanestraat 24-26
Tel.: 050-128890-133793.

'CR-Electronica Emmen'
Hoofdstraat 5
Tel.: 05910-13580.



Solosound is misschien niet de grootste Nederlandse luidspreker-fabriek, maar wel die met de know-how nodig om de eerste Nederlandse electrostaat te maken...

Solo Sound hi-fi centrum

Telefoon 02150 - 1 18 11 ofwel 02150 - 4 62 10.

Leeuwenstraat 50

Hilversum